

MASTER THESIS

Anforderungsanalyse, Technologieauswahl und
Umsetzung einer App zur Prüfungsvorbereitung und
-Abnahme

vorgelegt von
Jens Bredigkeit

Sommersemester 2018

Hochschule Offenburg
Fakultät Medien und Informationswesen
Studiengang Medien und Kommunikation

evival Technologies

Betreuung

Prof. Dr. rer. nat. Tom Rüdebusch

Dipl. Ing. Alexander Gehring

Abkürzungsverzeichnis

AWS Amazon Web Services

BaaS Backend as a Service

DHV Deutscher Hänggleiterverband e.V.

DOM Document Object Model.

IaaS Infrastructure as a Service

LAMP Linux, Apache, MySQL und PHP

MEAN MongoDB, Express, AngularJS und Node.js

MERN MongoDB, Express, React und Node.js

MVC Model-View-Controller

npm Node Package Manager

PaaS Platform as a Service

PWA Progressive Web App

RoI Return on Investment

SaaS Software as a Service

UI User Interface

WISA Windows, IIS, SQL, ASP.NET

Vorwort

Vor Ihnen liegt die Masterthesis „Anforderungsanalyse, Technologieauswahl und Umsetzung einer App zur Prüfungsvorbereitung und -Abnahme“. Sie entstand im Zeitraum zwischen November 2017 und Mai 2018 und stellt den Abschluss meines Studiums an der Hochschule Offenburg im Studiengang Medien und Kommunikation dar. Den Schwerpunkt meines Studiums bildeten Web- und Netzwerktechnologien, Datenbanken, multimediale Anwendungen sowie das Marketing von Medienprodukten. Die Fragestellung dieser Thesis habe ich so gewählt, dass sie mir gestattet, die im Studium erworbenen theoretischen Grundlagen anzuwenden, und die es mir gleichzeitig ermöglicht, ein fortgeschrittenes Wissen sowie weitere praktische Erfahrungen beim Erstellen von Web- und Multimediaanwendungen zu sammeln.

Die der Thesis zugrundeliegende Fragestellung habe ich in Zusammenarbeit mit Alexander Gehring, Geschäftsführer der Kommunikationsagentur evival Technologies, erarbeitet. Alexander Gehrings Unternehmen entwickelt bereits die zweite Version der Software ParaBook. ParaBook ist ein digitaler Ausbildungsnachweis für Gleitschirm- und Drachenflieger und erleichtert nicht nur Flugschülern die gesetzlich vorgeschriebene Dokumentation ihrer Ausbildungsschritte. Auch Fluglehrer und Mitarbeiter des Deutschen Hängegleiterverbandes profitieren bei Ihrer täglichen Arbeit von der Software. Im Gesamtkonzept von ParaBook sind auch modulare Erweiterungen vorgesehen, die gegen einen Aufpreis von Flugschülern, -lehrern oder -schulen zugebucht werden können. Manche Erweiterungen sollen auch unabhängig von der Kernanwendung ParaBook verwendet werden können. Die in meiner Arbeit entwickelte Anwendung ist ein solches unabhängig von ParaBook nutzbares Modul. Bei der Umsetzung der App konnte ich viele neue Erfahrungen als Programmierer sammeln. Das Konzipieren und Entwickeln von auf Webtechnologien basierenden Anwendungen erachte ich als äußerst wertvolle Fertigkeit für meine berufliche Laufbahn. Deshalb möchte ich mich herzlich beim Betreuer meiner Arbeit, Alexander Gehring, für die gute Anleitung, die Unterstützung bedanken. Er beantwortete stets meine Fragen und war auch in seiner Expertenrolle als Fluglehrer nicht nur bei der Verbreitung der

von mir durchgeführten Umfrage eine große Hilfe. Mein Dank gilt ebenso meinen Eltern Dorothea Funk-Bredigkeit und Helmut Bredigkeit für das Korrekturlesen der Arbeit.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Einleitung	9
1.1 Problemstellung	10
1.2 Zielsetzung	11
1.3 Vorgehensweise	11
2 Marktanalyse	13
2.1 Konkurrenzanalyse	13
2.2 Marktgrößen	16
2.3 Marktpositionierung	19
2.4 Marktprognose	20
3 Anforderungsmanagement	25
3.1 Anforderungsarten	27
3.2 Anforderungserhebung und -Analyse	27
3.2.1 Stakeholder	29
3.2.2 Interview mit Alexander Gehring	31
3.2.3 Umfrage unter Flugschülern	32
3.3 Anforderungsspezifikation	35
3.3.1 Lastenheft	36
3.3.2 Pflichtenheft	37
4 Konzept	39
4.1 Personas	39
4.2 Struktur	39
4.3 Layout	40
5 Technologieauswahl	45
5.1 Mobile App Technologien	45
5.2 Webframeworks	50
5.3 Systemumgebung	51

6	Umsetzung	61
6.1	Firebase Realtime Database	61
6.2	Abhängigkeitsverwaltung und Module Bundling	62
6.3	Administrationsbereich	64
6.4	Lernanwendung	67
6.5	Progressive Web-App	70
6.5.1	State Management und Virutal DOM in React	73
6.5.2	Implementierung des Leitner-Systems	75
6.6	Cloud Functions	79
6.7	Testfälle und Bereitstellung	79
6.8	Verzeichnis Struktur	80
6.9	Entwicklungsstand und Evaluierung	81
7	Zusammenfassung und Erkenntnisse	83
	Literaturverzeichnis	91
	Anhang	93
	Interview mit Alexander Gehring	95
	Umfrage unter Flugschülern und Piloten	99
	Lastenheft	111
	Pflichtenheft	119
	Persona	137
	Erklärung	141

1 Einleitung

Der Wunsch, wie ein Vogel fliegen zu können, war und ist ein alter Menschheits Traum. Dank moderner Ausrüstung in Form von Gleitschirmen kann sich heute fast jeder diesen Traum erfüllen - vorausgesetzt, er oder sie verfügt über die finanziellen Mittel für die Ausrüstung und ist im Besitz einer Flugerlaubnis. In Deutschland erteilt der Deutsche Hängegleiterverein (DHV) diese Flugerlaubnis. Der DHV ist ein eingetragener Verein mit etwa 35.000 Mitgliedern, der vom Luftfahrtbundesamt und dem Bundesverkehrsministerium mit der Ausbildung des Luftfahrtpersonals von Luftsportgeräten beauftragt ist[1]. Der DHV stellt im internationalen Vergleich sehr hohe Anforderungen an seine Schüler und genießt bei internationalen Hängegleiterverbänden ein gutes Ansehen. Die Flugerlaubnisse sind in Deutschland in verschiedene Lizenzen und Ausbildungen unterteilt. Die am weitesten verbreiteten Erlaubnisse sind die A-Lizenz und die darauf aufbauende B-Lizenz. Eine Gemeinsamkeit aller Lizenzen ist eine theoretische Prüfung in Form von Multiple Choice Tests. Diese Tests sind vergleichbar mit der theoretischen Prüfung, die zum Erlangen einer Fahrerlaubnis für PKW vorgeschrieben ist. Der Lernaufwand für diese Prüfungen ist nicht zu unterschätzen. So hat alleine die A-Lizenz einen Fragenkatalog von über 500 Fragen. Viele Flugschüler, die sich in einer Ausbildung beim DHV befinden, sind berufstätig. Die ihnen zur Verfügung stehende Zeit ist oft begrenzt. Ein systematisches und zielorientiertes Vorgehen beim Lernen ist deshalb eine Voraussetzung für einen erfolgreichen Abschluss der Ausbildung.

Genau an diesem Punkt setzt diese Arbeit an. Mit einer digitalen Lernanwendung sollen Flugschüler bei ihrer Theorieausbildung unterstützt werden. Eine digitale Lernkartei, eine Lernzielüberprüfung und weitere Funktionen versprechen eine Optimierung des Lernprozesses, vor allem für unstrukturierte Lerntypen. Des weiteren soll eine Möglichkeit geboten werden, an Orten und zu Tageszeiten zu lernen, an denen Lernen ohne digitale Unterstützung sonst gar nicht oder nur sehr umständlich möglich wäre. Doch nicht nur Flugschüler, sondern auch Fluglehrer können von einer Digitalisierung der Theorieausbildung profitieren. Bei ihnen steht vor allem der Zeitaufwand, der durch die Durchführungen und

Nachbereitungen von Prüfungen entsteht, im Vordergrund. Prüfungsbögen müssen gedruckt, gezählt, ausgeteilt und korrigiert werden. Der Verwaltungsaufwand bei einem durchschnittlichen Kurs mit 10 bis 20 Teilnehmern ist hoch. Die digitale Durchführung und Nachbereitung einer Prüfung auf Laptops oder Tablets bietet deshalb viele Vorteile für Prüfer.

1.1 Problemstellung

Die Problemstellung bei der Konzeption und Entwicklung einer digitalen Lernanwendung erfordert ein ganzheitliches Vorgehen, dessen Umfang über die eigentliche Konzeption und Programmierung hinausgeht. Die Problemstellung lässt sich auch als ganzheitliche Betrachtung einer Softwareentwicklung mit unternehmerischer Komponente beschreiben. Da jede Softwareentwicklung Kosten verursacht, muss die Entwicklung nicht nur so geplant sein, dass sie möglichst effizient umsetzbar ist, sondern auch, dass sie eine wirtschaftliche Berechtigung hat. Um diese wirtschaftliche Daseinsberechtigung zu erhalten, müssen Anforderungen ermittelt und analysiert werden und die Kosten ihrer Lösungen auf Wirtschaftlichkeit überprüft werden. Erst danach können Konzepte für die konkrete Umsetzung entwickelt werden und, darauf basierend, Technologien zur Umsetzung ausgewählt werden. Da die Welt der Softwareentwicklung einem stetigem Wandel unterliegt, ist das Angebot an Programmiersprachen, Frameworks und Tools sehr groß und es wächst von Jahr zu Jahr. Aus diesem Angebot die zu den Anforderungen passende Technologieauswahl zu tätigen, stellt Entwickler und Projektmanager vor eine große Herausforderung. Dabei sollte die Technologieauswahl nicht nur als Entscheidung zwischen verschiedenen Werkzeugen angesehen werden, die ein Softwareentwickler aufgrund seiner persönlichen Präferenzen fällt. Die Technologieauswahl ist entscheidend für die Nutzbarkeit, Skalierbarkeit und Wartbarkeit einer Anwendung.

1.2 Zielsetzung

Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung einer Lernanwendung für die Theorieausbildung von Gleitschirm- und Drachenfliegern. Daraus abgeleitete Ziele sind eine Überprüfung der Tätigkeit auf ihre Wirtschaftlichkeit sowie eine vollständige Analyse der Anforderungen von Nutzern und anderen Stakeholdern. Die Anwendung soll die definierten Anforderungen bestmöglich erfüllen. Die eigentliche Umsetzung in Form von Layouts, Programmierung und Veröffentlichung der Anwendung wird aufgrund des Umfangs nicht vollständig behandelt. Ziel ist es jedoch, die wichtigsten Grundlagen zu erarbeiten, die für eine spätere vollständige Umsetzung notwendig sind. Um dies zu ermöglichen, sollen Anforderungen umfassend und exakt definiert sein und in unabhängig voneinander umsetzbare Arbeitspakete aufgeteilt werden, damit sie im Nachhinein auch von Dritten verstanden und umgesetzt werden können. Zu verwendende Technologien sollen nicht nur basierend auf den ermittelten Anforderungen der Nutzer ausgewählt werden. Sie sollen auch zukunftssicher, flexibel und skalierbar sein, um wachsende oder sich verändernde Anforderungen erfüllen zu können. Auch die Testbarkeit sowie die Wartbarkeit der Anwendung sind ein wichtiges Ziel bei der Umsetzung.

1.3 Vorgehensweise

Die mit der Entwicklung einer digitalen Lernanwendung einhergehende Problemstellung lässt sich in drei Bereiche aufteilen, die sich auch im Titel dieser Arbeit wiederfinden. Sie lauten: Anforderungsanalyse, Technologieauswahl und Umsetzung. Die Vorgehensweise dieser Arbeit geschieht weitestgehend parallel zu den im Titel genannten Punkten. Vor dem Kapitel „Anforderungsmanagement“ wird jedoch noch eine Konkurrenz- und Marktanalyse durchgeführt. Dazu werden Konkurrenzanwendungen auf ihr Design und ihren Funktionsumfang hin analysiert und die Ergebnisse in einer Matrix dargestellt. In Kapitel 3 werden Anforderungen und Anforderungsarten definiert. Dazu werden eine Umfrage und ein Interview ausgewertet. Nach der Ermittlung der Anforderungen werden

diese analysiert und in einem Lasten- und Pflichtenheft festgehalten. Basierend auf den ermittelten Anforderungen, wird in Kapitel 4 das Konzept der Anwendung entwickelt und in Kapitel 5 passende Technologien ausgewählt. Kapitel 6 beschreibt die Umsetzung der Anwendung.

2 Marktanalyse

Die Analyse der Marktstruktur und der Konkurrenzsituation ist einer der wichtigsten Aspekte einer marktorientierten Unternehmensführung, insbesondere der strategischen Planung. Jedoch sind marktorientierte Entscheidungen aufgrund komplexer Wettbewerbsumfelder immer Entscheidungen unter Unsicherheit.[2] Ziel der Konkurrenz- und Marktanalyse ist es, einen Überblick der aktuellen Wettbewerbssituation und der mutmaßlichen Entwicklung des Zielmarktes zu erhalten. Dazu werden im nachfolgenden Kapitel 2.1 die Produkte konkurrierender Anbieter auf dem Zielmarkt untersucht. In Kapitel 2.2 werden die Marktgrößen ermittelt, die für eine in Kapitel 2.3 und 2.4 durchgeführte Marktprognose und Marktpositionierung notwendig sind.

2.1 Konkurrenzanalyse

Der Zielmarkt wird definiert als Markt digitaler Lernanwendungen für Gleitschirm- oder Drachenflieger. Er beinhaltet alle Personen im deutschsprachigen Raum, die sich in einer Ausbildung zum Gleitschirm- oder Drachenflieger befinden oder als Prüfer für eine entsprechende Flugschule tätig sind. Zum aktuellen Zeitpunkt gibt es drei Anwendungen, die als Konkurrenz beziehungsweise potentielle Konkurrenz angesehen werden können. Sie heißen onlearning, ParaTraining A/B-Lizenz HD und QCM FFVL. In Tabelle 2.1 sind die Ergebnisse der Analyse von Funktionsumfang, Design, Kosten und der unterstützten Plattform der Anwendungen aufgelistet.

	QCM FFVL	ParaTraining Lizenz HD	A/B- onlearning
URL	http://qcm.ffvl.fr/	https://itunes.apple.com/de/app/paratraining-a-lizenz-hd/id477717907?mt=8	https://shop.dhv.de/section/products-listing/pruefungsfragen/
Herausgeber	Französischer Gleitschirm- und Drachenfliegerverband	Homan Ansari	Anatol Mika
Plattform	Web, Android	iOS bis Version 11	Web
Kosten	Kostenlos (MIT Lizenz)	8,99€ (2,69€ reduziert)	16,90€
Funktionen	Multiple Choice Speichern mit URL-Code Offline	Multiple Choice Prüfungsmodus Statistik Timer Fragenanzahl einstellen Abbildungen Landscape View	Multiple Choice Fragen/Durchgänge Online speichern PDF download Wiki Einträge Mischt Antwortmöglichkeiten
Design	Responsive Wenig ansprechend Übersichtlich Grau	Veraltetes iOS Design Skeuomorphismus Nicht aktuell	Übersichtlich Schlicht jQuery UI
Vorteile	Gratis Offline-Funktionalität	Offline-Funktionalität	Wiki Einträge Online Speichern Prüfungsfunktion
Nachteile	Nur auf französisch Kein Lernsystem Unansprechendes Design	Unansprechendes Design Veraltet	Keine Offline Funktion Kein Lernsystem

Tabelle 1: Konkurrenzanalyse

Die vom französischen Gleitschirm- und Drachenfliegerverband herausgegebene Anwendung QCM FFVL ist kostenlos und bietet eine Reihe hilfreicher Funktionen. Sie ist als Webanwendung sowie als App für Android erhältlich und funktioniert auch offline. Einstellungen lassen sich mithilfe einer generierten URL wieder aufrufen. Die Einstellungsmöglichkeiten umfassen die Auswahl der Sportart (zur Wahl stehen: Drachen und Gleitschirmfliegen), die Fluglizenz, die Anzahl der Fragen pro Durchgang sowie das zu lernende Kapitel. Eine weitere Funktion ist das automatische Erstellen von Prüfungen, mit der Schüler Probeprüfungen generieren und Prüfer Prüfungen zum Ausdrucken erstellen können. Das Design der Anwendung ist schlicht, aber wenig ansprechend. Da die Fragen nur auf französisch sind und auch inhaltlich nicht mit den Fragen des DHV übereinstimmen, ist diese Anwendung allerdings nur als potentielle zukünftige Konkurrenz zu betrachten. Eine Lokalisierung der Anwendung für den deutschsprachigen Raum würde einen erheblichen Aufwand bedeuten. Da QCM FFVL kostenlos unter einer MIT Lizenz zu Verfügung gestellt wird, ist dieses Szenario zwar denkbar, sein Eintreten aufgrund des hohen Aufwandes aber unwahrscheinlich.

Die App ParaTraining A/B Lizenz HD war zum Bearbeitungsbeginn dieser Arbeit im iOS Appstore für 8,99€ erhältlich. Sie bietet einen großen Funktionsumfang, darunter einen Lern- und Prüfungsmodus, Statistiken, Timer, Abbildungen und eine variable Frageanzahl. Allerdings wurde die APP seit vielen Jahren nicht aktualisiert, was sich nicht nur am veralteten skeuomorphistischen Design der Anwendung festmachen lässt. Auch technisch ist die App nicht mehr auf dem aktuellen Stand. Auf der neuesten iOS Version 11 lässt sich die Anwendung nicht mehr installieren und wurde Anfang 2018 komplett vom Appstore entfernt. Da ParaTraining A/B-Lizenz HD also nicht mehr erhältlich ist, ist die App genau wie QCM FFVL keine aktuelle Konkurrenz. Nur nach einer umfangreichen Neuprogrammierung der Anwendung könnte sie als potentielle Konkurrenz betrachtet werden. Bestünde ein ernsthaftes wirtschaftliches Interesse am Zielmarkt, hätte bereits vor mehreren Jahren eine Neuentwicklung oder ein Update durchgeführt worden sein müssen. Die Wahrscheinlichkeit der Veröffentlichung einer neuen Version der App ist deshalb äußerst gering. Somit bleibt nur eine Konkurrenzanwendung übrig.

Die Anwendung DHV onlearning ist eine reine Webanwendung von Anatol Mika und für 16,99€ im DHV Shop erhältlich. Zur Nutzung ist eine Internetverbindung zwingend notwendig. Der Funktionsumfang beinhaltet eine Lernfunktion für verschiedene Ausbildungsarten, die nach Kapiteln sortiert ist. Kapitel können somit nur einzeln gelernt werden. Falsch beantwortete Frage werden gespeichert und können anschließend pro Kapitel wiederholt werden. Die Reihenfolge der Antworten zu einer Frage wird bei jedem Durchgang zufällig erstellt, so dass das Auswendiglernen der richtigen Lösungsbuchstaben vermieden wird. Eine Musterprüfungsfunktion ist ebenfalls enthalten. Für einige Fragen der A-Lizenz sind Wiki-Einträge vorhanden, die zusätzliche Informationen zur Frage bieten. Optisch erscheint die Anwendung in einem schlichten responsiven Design. Nach der Analyse der Konkurrenzprodukte wird ersichtlich, dass es mit onlearning zum aktuellen Zeitpunkt nur einen Konkurrenten auf dem Zielmarkt gibt. Die Analyse des Funktionsumfangs der Anwendung zeigt, dass es Funktionen gibt, die auf allen Geräten verfügbar sind, wie eine Multiple Choice-Funktion oder Speichermöglichkeit. Eine durchgängige Offline- und Onlinesynchronisierung über verschiedene Betriebssysteme und Endgeräte kann keine der analysierten Anwendungen bieten. Eine Möglichkeit zum Abfragen per Multiple Choice bieten zwar alle Anwendungen, ein didaktisch optimiertes Lernsystem bietet jedoch keine.

2.2 Marktgrößen

Bei der Analyse des Zielmarktes werden das Marktvolumen, das Marktpotential und der Marktsättigungsgrad untersucht. Zur Berechnung dieser Größen sind folgende Kennzahlen notwendig: die Anzahl potentieller Kunden, der Umsatz der Wettbewerber, der durchschnittliche Bedarf sowie der Preis einer Leistung. Die Anzahl der potentiellen Kunden einer E-Learning-Anwendung für Gleitschirmflieger entspricht der Anzahl der Flugschüler pro Jahr. In Deutschland sind das 2800 Personen. Rechnet man die Schweiz und Österreich hinzu, sind es insgesamt 4100 Personen.[1] Wie die Konkurrenzanalyse im vorangegangenen Kapitel zeigt, gibt es mit onlearning nur einen aktuell auf dem deutschsprachi-

gen Zielmarkt agierenden Anbieter. Sein Marktanteil liegt somit bei 100%. Die Auswertungen der Umfrage und Erfahrungswerte von Fluglehrern legen nahe, dass etwa 70% aller Schüler die onlearning Plattform nutzen. Das entspricht 1960 Personen in Deutschland. Die Nutzung von onlearning kostet 16,90 € pro Person und Fluglizenz. Bei einem durchschnittlichen Bedarf von 70%, also 1960 Personen, ergibt sich ein Jahresumsatz von 33124€ in Deutschland. Nachdem alle notwendigen Kennzahlen ermittelt sind, können die Marktgrößen berechnet werden. Das Marktvolumen berechnet sich durch Addition der Umsätze aller Mitbewerber.[3] Somit entspricht das Marktvolumen dem Jahresumsatz des einzigen Anbieters, onlearning. Geht man für den österreichischen und Schweizer Markt von der gleichen Nutzungsrate von 70% aus, ergibt sich für Österreich ein Marktvolumen von 9464€ und 5915€ in der Schweiz. Das Volumen des gesamten deutschsprachigen Marktes beträgt 48503€. Mit dem Marktvolumen lässt sich nun das Marktpotential ermitteln. Das Marktpotential ist die theoretisch innerhalb eines definierten Zeitraums absetzbare Menge eines Produktes oder einer Dienstleistung. Es errechnet sich wie folgt.

$$\text{Marktpotential} = \text{Anzahl potenzieller Kunden} \times \text{durchschn. Bedarf} \times \text{Preis} \quad (2.1)$$

Die Auswertung der im nachfolgenden Kapitel vorgestellten Umfrage ergab, dass 87% der Schüler eine App oder Webseite zum Lernen verwenden würden. Da ein Schüler eine Anwendungslizenz für einen Kurs genau einmal benötigt, ist der durchschnittliche Bedarf pro potenziellem Käufer gleich eins. Für die Nutzung der Anwendung würden die Teilnehmer der im nachfolgenden Kapitel durchgeführten Umfrage im Mittel bis zu 10 € pro Lizenz bezahlen. Rechnet man mit 10€ pro Lizenz, so ist das Marktpotential in Deutschland 24360€, in Österreich 6960€, in der Schweiz 4350€ und im gesamten deutschsprachigen Markt 35670€ groß. Da etwa 70% der Flugschüler bereits 16,90€ für einen DHV onlearning Zugang zahlen, kann davon ausgegangen werden, dass sie bereit sind, wesentlich mehr für eine Lernanwendung zu zahlen, als aus der Umfrage hervorgeht. Bei einem Preis der Leistung von 16,90€ liegt das Marktpotential in Deutschland bei 41168€, in Österreich bei 11825€, in der Schweiz bei 7351€. Im gesamten deutschsprachigen Markt sind es 60.282€ pro Jahr. Mit dem ermittelten Marktvolumen

lumen und Marktpotential lässt sich der Marktsättigungsgrad berechnen.[3] Der Marktsättigungsgrad gibt die Aufnahmefähigkeit eines Marktes an und wird wie folgt berechnet:

$$\text{Marktsättigungsgrad} = \frac{\text{Marktvolumen}}{\text{Marktpotential}} \times 100 \quad (2.2)$$

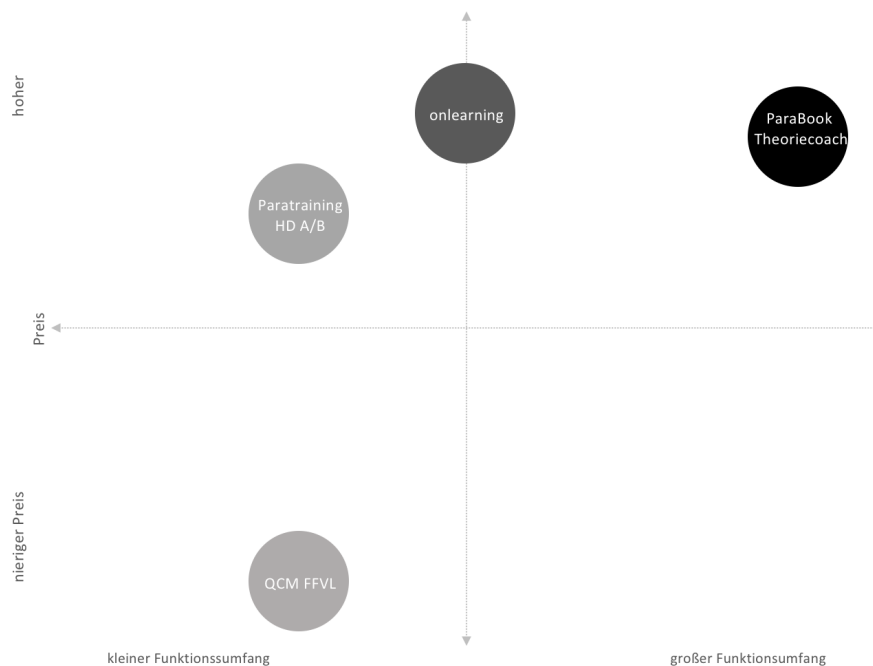
Im Zielmarkt liegt der Marktsättigungsgrad bei 80%. Je höher der Sättigungsgrad eines Marktes ist, desto schlechter sind die Wachstumschancen für ein Unternehmen, das in diesem Markt tätig ist. Um in einem gesättigten Markt zu bestehen, gibt es verschiedene Vorgehensweisen. Die Neukundenakquisition ist dabei in klassischen Märkten kein geeignetes Mittel, da sie wesentlich teurer ist als verstärkte Aktivitäten in der Kundenbindung. Der betrachtete Zielmarkt weist jedoch einige Eigenheiten auf, die dieser Position widersprechen. Zum einem gibt es noch keine bestehende Kundschaft, da die zu entwickelnde Anwendung noch nicht veröffentlicht ist. Zum anderen handelt es sich bei Lernsoftware für Gleitschirm- und Drachenflieger um ein Produkt, dass im Durchschnitt höchstens zwei mal pro Person gekauft wird, da der Bedarf nach bestandener A- und nachfolgender B-Lizenz erlischt. Fortgeschrittene Ausbildungen wie die Passagierberechtigung machen im Verhältnis zur A- und B-Lizenz nur einen geringen Anteil aus. Kundenbindung ist somit nur dann sinnvoll, wenn sie auf Piloten mit A-Lizenz abzielt. Da ein Großteil des Marktes aus Neukunden besteht, die beständig jedes Jahr hinzukommen, ist die Neukundengewinnung trotz hohem Sättigungsgrad eine wichtige Grundlage für den wirtschaftlichen Erfolg der Unternehmung. Um die Kosten der Neukundengewinnung zu minimieren, bietet sich für die untersuchte Unternehmung das Cross Selling an. Darunter versteht man die Bemühung eines Unternehmens, Kunden, die nur einen Teil des Leistungsspektrums in Anspruch nehmen, auch für die Nutzung anderer Leistungen zu gewinnen. Die Hauptziele des Cross Selling sind eine verstärkte Kundenbindung, Steigerung und Sicherung von Umsatz und Gewinn, eine Erweiterung des Hauptsortiments über das Randsortiment sowie eine Erweiterung des Randsortiments über das Hauptsortiment. Das Cross Selling bietet somit die Möglichkeit, Synergien aus dem eigenen Unternehmen zu nutzen. Da, wie bereits in der Einleitung erwähnt, die zu entwickelnde Anwendung als eigenstän-

diges Modul in die ParaBook Produktpalette integriert werden soll, bestehen optimale Voraussetzungen, um Cross Selling-Potentiale zu nutzen. Kunden von ParaBook können gezielt über bereits bestehende Kanäle wie Newsletter und Facebook angesprochen werden. Auch Flugschulen, die ParaBook verwenden, können mit geringem Aufwand durch Mailings oder Werbeflyer zu Absatzmittlern gemacht werden. Eine weitere Möglichkeit, Cross Selling-Potentiale zu nutzen, ist die Verschmelzung von beiden Produkten. So könnte ParaBook inklusive Lernsoftware als vergünstigtes Gesamtpaket angeboten werden.

2.3 Marktpositionierung

Nachdem Konkurrenten analysiert und Marktgrößen ermittelt wurden, ist eine Positionierung im Zielmarkt möglich. Abbildung 1 zeigt die Kosten-Nutzen-Matrix der untersuchten Konkurrenzprodukte. Obwohl QCM FFVL und Paratraining HD, wie bereits beschrieben, keine Konkurrenz darstellen, helfen sie bei der Positionierung des eigenen Produktes auf dem Markt.

Abbildung 1: Kosten-Nutzen Matrix



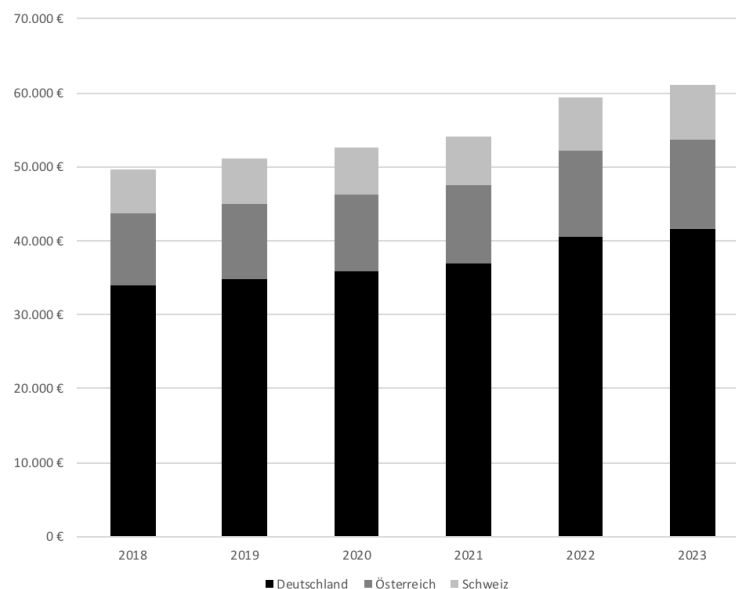
Während QCM FFVL und Paratraining HD A/B einen kleineren Funktionsumfang bieten, ist der Funktionsumfang von onlearning etwas höher. Eine Positionierung der eigenen Anwendung in einem ähnlichen Preissegment, aber mit höherem Funktionsumfang, würde eine Abhebung von der Konkurrenz ermöglichen.

2.4 Marktprognose

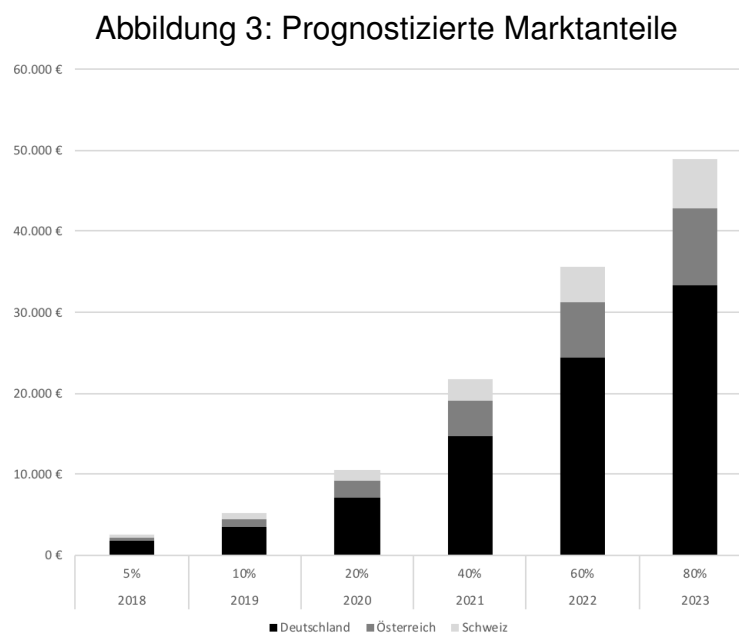
Da eine Analyse eines Marktes immer nur ein Abbild der Vergangenheit oder Gegenwart sein kann, reicht sie allein nicht aus, um zukunftsbezogene Entscheidungen treffen zu können. Aus diesem Grund muss die Marktanalyse durch eine Marktprognose der zukünftigen Entwicklung des Marktes ergänzt werden. [4] Im Jahr 2002 hatte der DHV 30.000 Mitglieder. Nach Angaben des DHV steigen seine Mitgliederzahlen seit dem Jahr 2002 stetig leicht an und erreichten im Jahr 2017 mit 39.000 Mitgliedern einen Höchstwert. Das entspricht einem Wachstum vom 30% in 15 Jahren, bei einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate

von 1,76%. Den Grund dieser Steigerung sieht der DHV in der rasanten Entwicklung der Gleitschirme in Bezug auf Leistung und Sicherheit. Somit seien an der Winde oder im Mittelgebirge mehrstündige und weite Flüge mit einem Gleitschirm möglich und dank elektronischen Antrieben könnten Piloten vor der Haustüre starten.[5] Der Positivtrend der Mitgliederentwicklung des DHV lässt einen ähnlichen Trend bei der Anzahl der Flugschüler vermuten, da die meisten Flugschüler Mitglieder des DHV sind. Die Nutzungsbereitschaft für digitale Lernsoftware dürfte nicht nur aufgrund der weiter steigenden Zahl von Smartphone- und Tabletbesitzern in den kommenden Jahren nahezu 100% erreichen. Auch die zunehmende Selbstverständlichkeit, mit der digitale Produkte in allen Lebensbereichen verwendet werden, lässt auf eine steigende Nutzungsbereitschaft schließen. Um die zu erwartende Marktentwicklung zu veranschaulichen, wurden drei Diagramme erstellt. Abbildung 2 zeigt das prognostizierte Marktpotential für Deutschland, Österreich und die Schweiz bis 2023 bei einer jährlichen Steigerung der Nutzungsbereitschaft von einem Prozentpunkt und einer jährlichen Steigerung der Zielgruppengröße von 1,76%. Ausgangslage für die Prognose sind der Nettopreis der Leistung von 13,69€, was einem Bruttopreis von 16,90€ entspricht.

Abbildung 2: Prognostiziertes Marktpotential



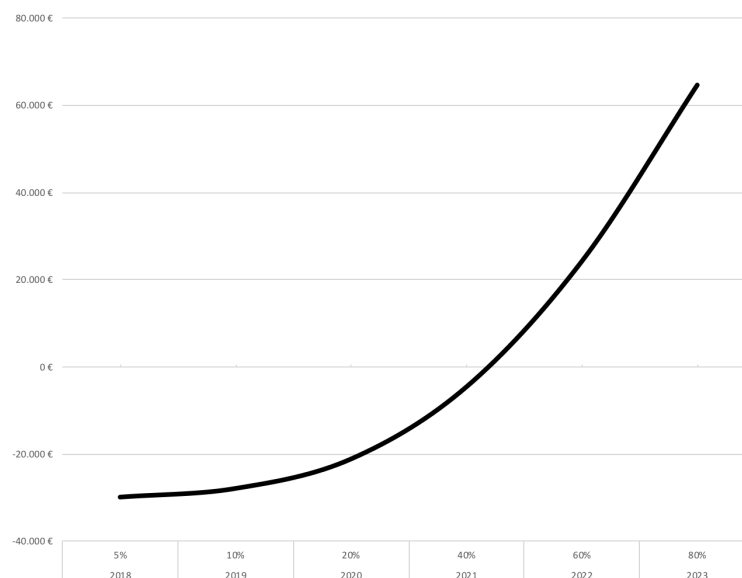
Bei der Betrachtung von Abbildung 2 fällt auf, dass das Marktpotential im Jahr 2022 stärker steigt als in den Vorjahren. Dieser Anstieg begründet sich in einer Preisanpassung im Jahr 2022 von 16,90€ auf 18€. Diese Preisanpassung ist vorgesehen, um die Inflation, die mit dem aktuellen Wert von 1,76% berechnet wurde, auszugleichen. Abbildung 3 zeigt auf der Y-Achse den Umsatz und auf der X-Achse den prognostizierten Marktanteil pro Jahr.



Bei der Entwicklung des eigenen Marktanteils wird ab 2018 für die folgenden 4 Jahre von einer jährlichen Verdoppelung des Marktanteils. ausgegangen. Für das fünfte und sechste Jahr wird eine Steigerung von jeweils 20% dargestellt. Auch wenn es sich bei dieser Berechnung nur um grobe Schätzwerte handelt, ist die Prognose des Marktanteils wichtig, um die Wirtschaftlichkeit der Unternehmung zu testen. Dazu wird der Return on Investment (RoI) ermittelt. Der RoI, auch Kapitalrendite genannt, ist eine Kennzahl zur Messung der Rendite einer unternehmerischen Tätigkeit. Sie berechnet sich als Quotient aus Gewinn und dem eingesetzten Gesamtkapital. Abbildung 4 zeigt die Entwicklung des RoI basierend auf den prognostizierten Marktanteilen.[3] Für das eingesetzte Kapital werden im Jahr 2018 32.000€ veranschlagt. Dieser Wert wird benötigt,

um Konzeptions-, Gestaltungs- und Programmieraufwände zu decken. Für jedes weitere Jahr werden 2.500€ veranschlagt, um die laufenden Kosten wie Kundensupport, Entwickeln von Softwareupdates und Buchhaltung zu decken.

Abbildung 4: Prognostizierter RoI



Die Kurve der Kapitalrendite schneidet im Jahr 2021 die Y-Achse bei 0, was dem Break-Even-Punkt entspricht. Entwickelt sich der Markt wie erwartet, sollte die unternehmerische Tätigkeit also ab dem vierten Jahr gewinnbringend sein.

3 Anforderungsmanagement

Ziel des Anforderungsmanagements ist es, Anforderungen systematisch zu managen und die Anforderungen konform zu vorgegebenen Standards zu dokumentieren.[6]

Diese Definition des Anforderungsmanagement klingt zunächst wenig komplex und suggeriert, dass ein systematisches Vorgehen beim Anforderungsmanagement den Erfolg einer Softwareentwicklung garantiert. Die Realität sieht jedoch oft ganz anders aus. Fast 50% aller Softwareprojekte erfüllen zumindest teilweise nicht die von den Auftraggebern gestellten Anforderungen. Ein Drittel aller Projekte werden noch vor ihrer Fertigstellung abgebrochen, da Anforderungen nicht erfüllt werden konnten.[7]

Zu diesem Ergebnis kommt die CHAOS-Studie der Standish Group. Diese Studie beschäftigt sich mit dem Erfolg oder Misserfolg von IT- und Softwareprojekten. Dazu werden seit 1994 regelmäßig über 40.000 Einzelprojekte aus großen mittelständischen und kleineren Unternehmen wissenschaftlich untersucht. Zu den Kriterien der Untersuchung gehören unter anderem Projektkosten, Projektzeit sowie inhaltliche Qualität.[8] Der wichtigste Aspekt der CHAOS-Studie ist es herauszufinden, warum Projekte scheitern. Die drei Hauptgründe für den Erfolg oder Misserfolg eines Softwareprojekts sind Beteiligung der Anspruchsgruppen, Unterstützung durch die Geschäftsleitung und klar definierte Anforderungen. Obwohl es auch noch weitere Kriterien gibt, haben diese drei Faktoren den größten Einfluss auf die Qualität. Es stellt sich jedoch die Frage, was Qualität in einer Softwareentwicklung bedeutet. Die Qualitätsmanagementnorm DIN EN ISO 9000:2015-11 beschreibt den Begriff Qualität folgendermaßen:

Qualität ist der Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale eines Objekts Anforderungen erfüllt.[9]

Diese Definition von Qualität zeigt unter anderem, dass ein hohes Maß an Qualität nur erreicht werden kann, wenn möglichst alle Merkmale eines Objektes ihre Anforderungen erfüllen. Qualität ist also nur messbar, wenn Merkmale eines Objektes dokumentiert sind. Eine Anforderung ist eine solche Dokumentation eines Objektmerkmals. Das „IEEE Standard Glossary of Software Engineering

Terminology bietet“ drei Definitionen für den Begriff Anforderung. Danach ist eine Anforderung:

1. eine Bedingung oder Fähigkeit, die ein Benutzer benötigt, um ein Problem zu lösen oder zu erreichen.[10]
2. eine Bedingung oder Fähigkeit, die ein System oder eine Systemkomponente erfüllen muss, um einen Vertrag zu erfüllen oder einem Standard, einer Spezifikation oder anderen formellen Dokumenten zu entsprechen.[10]
3. eine dokumentierte Darstellung einer Bedingung oder Fähigkeit wie in (1) oder (2).[10]

Die dritte Definitionen verbindet die erste und zweite Definition und erweitert diese durch eine wichtige Komponente: die Dokumentation. Betrachtet man die Definitionen der Begriffe Anforderung und Qualität, wird ersichtlich, dass sie sich in gewisser Weise gegenseitig bedingen. Qualität ist gegeben, wenn dokumentierte Anforderungen erfüllt werden. Anforderungen wiederum stellen eine dokumentierte Qualität dar. Den Prozess zum Erstellen einer dokumentierten Darstellung von Anforderungen nennt man Anforderungsmanagement. Das Anforderungsmanagement, auch als Anforderungsanalyse oder Requirements Engineering bezeichnet, hat eine bedeutende Rolle in einer Softwareentwicklung. Die Anforderungsanalyse wird im Buch „Requirements Engineering und Projektmanagement“ von Andrea Herrmann et al. als Zusammenfassung aller erforderlichen Schritte zu Erhebung, Analyse, Verständnis und Dokumentation von Anforderungen beschrieben. Herrmann et al. stellen genauso wie die CHAOS-Studie fest, dass mangelnde Qualität von Softwareprojekten wesentlich auf Probleme im Requirements Engineering zurückzuführen ist. [11]. Nach IEEE 830 unterteilt sich das Requirements Engineering in die Punkte Anforderungserhebung, Anforderungsanalyse, Anforderungsspezifikation, Anforderungsbewertung - ein Vorgehen, das sich auch in der Struktur dieser Arbeit wiederfindet.

3.1 Anforderungsarten

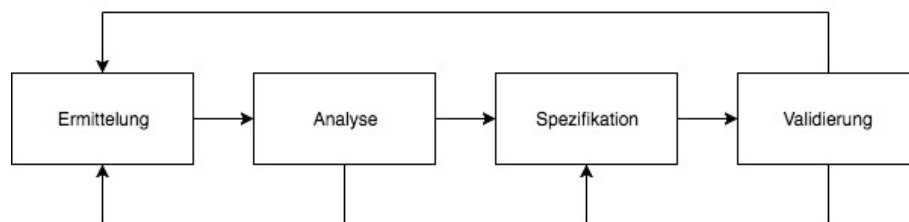
Gemäß der Definition von Ian Sommerville lassen sich Anforderungen in drei Kategorien unterteilen. Diese lauten: funktionale Anforderungen, qualitative Anforderungen und Rahmenbedingungen.[12] Funktionale Anforderungen beschreiben aus Funktions- beziehungsweise Datenperspektive, was die Anwendung und ihre Komponenten leisten oder auch nicht leisten sollen. [13] Qualitätsanforderungen geben Kriterien für die Güte des Softwaresystems oder einzelner Systembestandteile an, wie zum Beispiel die Zuverlässigkeit, Benutzerfreundlichkeit oder Performance. Rahmenbedingungen sind externe Anforderungen, die die Möglichkeiten der Realisierung einer Anwendung einschränken. Sie können technologischer, organisatorischer oder rechtlicher Art sein. Da es sich bei Rahmenbedingungen um fixe Faktoren handelt, können sie nur schwer oder gar nicht geändert werden. So kann beispielsweise die vorhandene technische IT-Infrastruktur, in der das Softwaresystem betrieben und entwickelt werden soll, nicht einfach für ein neues Projekt umgestellt werden. Auch organisatorische Rahmenbedingungen lassen sich in Softwareprojekten nicht ändern, wenn zum Beispiel die Abteilungen eines Unternehmens, das eine Software nutzt, nicht ihren Aufbau und ihre betrieblichen Abläufe an die Software anpassen kann oder möchte. Es wird dann erwartet, dass sich Software an die Gegebenheiten der Organisation anpasst. Rechtliche Bedingungen wie Gesetze und Richtlinien sind ebenso als feste Rahmenbedingungen anzusehen, deren Einhaltung, wie zum Beispiel beim Datenschutz, zwingend notwendig sind. In internationalen Projekten sind auch kulturelle oder ethnische Rahmenbedingungen zu beachten, wie zum Beispiel die korrekte Anredeform oder die Bedeutung von Farben, Symbolen und Zahlen.[12]

3.2 Anforderungserhebung und -Analyse

Der erste Schritt der Anforderungserhebung oder auch Anforderungsermittlung ist die Identifizierung der Anspruchsgruppen. Sind sie gefunden, erscheint die Ermittlung ihrer Anforderungen zunächst unkompliziert. Jedoch gibt es eine

Vielzahl möglicher Probleme bei der Anforderungsermittlung. Kundenwünsche können oft unspezifisch oder missverständlich formuliert sein. Für Auftraggeber erschweren Fachsprache und nicht verständliche Begriffe eine zielgerichtete Kommunikation. So benutzen verschiedene Stakeholder oft unterschiedliche Begriffe oder haben divergierende Ziele. Auch die organisatorischen Rahmenbedingungen sind oft unklar oder inkonsistent. Selbst wenn alle Anforderungen zu Beginn des Projektes geklärt sind, kann es während der Umsetzung zu einer Veränderung der Anforderungen kommen. Aufgrund dieser Hürden ist eine frühzeitige und exakte Spezifizierung von Anforderungen notwendig. Zur Vermeidung ungenauer oder inkonsistenter Anforderungen werden folgende Kennzahlen zur Überprüfung der ganzheitlichen Anforderungsspezifikation genutzt: Korrektheit, Vollständigkeit, Eindeutigkeit, Überprüfbarkeit, Konsistenz, Priorisierung, Änderbarkeit und Verfolgbarkeit[14]. Requirements Engineering kann als iterativer, mehrstufiger Prozess betrachtet werden, wie Abbildung 5 zeigt.

Abbildung 5: Requirements Engineering



Quelle: eigene Abbildung in Anlehnung an Sommerville 2011, p. 111

Der Punkt „Ermittlung“ in Abbildung 5 beschreibt die Identifizierung von potenziellen und existierenden Anforderungen an das Softwaresystem.[13] Das Ergebnis der Anforderungsermittlung ist eine Liste unstrukturierter Anforderungen an das System. Um Anforderungen zu strukturieren, werden sie im nächsten Schritt analysiert. Dazu werden unstrukturierte Anforderungen klassifiziert und priorisiert.[12] Bei der Klassifikation entstehen Gruppen von zusammenhängenden Anforderungen, wodurch in Konflikt stehende oder redundante Anforderungen ersichtlich werden. Durch Verhandlungen und Gespräche unter Stakeholdern können Anforderungen priorisiert und in Konflikt stehende Anforderungen gelöst

werden. Beim Spezifizieren werden analysierte Anforderungen in eine einheitliche Form gebracht, so dass ihre Kriterien vergleichbar und messbar sind. Dazu bieten sich je nach Projekt verschiedene Vorgehensweisen und Modelle an. Bei der Validierung wird geprüft, ob spezifizierte Anforderungen tatsächlich das repräsentieren, was Stakeholder von dem zu entwickelnden Softwaresystem erwarten. Tun sie dies nicht, müssen die entsprechenden Punkte erneut ermittelt, analysiert, spezifiziert und validiert werden. Damit wird sichergestellt, dass das System auf Grundlage der korrekten Anforderungen entwickelt werden kann. [12]

3.2.1 Stakeholder

Die erste Schritt in der Anforderungserhebung ist die Identifizierung der Anspruchsgruppen. Anspruchsgruppen, im Folgenden auch als Stakeholder bezeichnet, sind nach der Definition von Edward Freeman Einzelperson oder aber auch Gruppen, die das Projekt und seine Ergebnisse beeinflussen oder vom Projekt betroffen sein können.[15]. Das Berücksichtigen der Anforderungen und Bedürfnisse aller Anspruchsgruppen trägt maßgeblich zum Erfolg oder Misserfolg einer Softwareentwicklung bei. Mit dem Wissen über und dem Verständnis von Anforderungen wird das Risiko minimiert, dass das zu entwickelnde System nicht den Wünschen und Bedürfnissen der Stakeholder entspricht. Jedoch können Anspruchsgruppen nicht nur unterschiedliche, sondern mitunter auch widersprüchliche Anforderungen haben. Des Weiteren ist es möglich, dass sich Anforderungen im Zeitraum zwischen Anforderungsanalyse und Entwicklung verändern. Deshalb ist es wichtig, schon früh einen Konsens unter den Stakeholdern über Anforderungen zu finden, um missverständliche oder in Konflikt stehende Anforderungen zu erkennen. Für die zu entwickelnde Anwendung wurden folgende Stakeholder identifiziert: Flugschüler, Prüfer, Flugschulen, DHV, Gesetzgeber sowie Auftraggeber und -Nehmer (Alexander Gehring, Jens Bredigkeit). Tabelle 3.2.1 bietet einen Überblick über die involvierten Anspruchsgruppen sowie eine Beschreibung ihrer Rolle beziehungsweise Aufgabe im Projekt.

Name	Rolle	Beschreibung/Aufgabe
Flugschüler	Nutzer der Anwendung	Hauptzielgruppe
Prüfer	Nutzer der Anwendung	Nebenzielgruppe
Flugschulen	Multiplikatoren	Marktanteile vergrößern
DHV	Ausbildungsüberwachung	interne Rahmenbedingung setzen
Gesetzgeber	Politische Instanz	externe Rahmenbedingungen setzen
Alexander Gehring	Auftraggeber	Projektleitung DHV Lehrer
Jens Bredigkeit	Konzeption Umsetzung	Masterand Anforderungsmanagement Entwicklung

Tabelle 2: Liste der Stakeholder

Auch wenn die Anforderungen aller Stakeholder für eine erfolgreiche Umsetzung des Projektes wichtig sind, gibt es doch Stakeholder, deren Anforderungen priorisiert werden müssen. Zu diesen priorisierten Stakeholdern gehören die Flugschüler, die die Hauptzielgruppe der Anwendung darstellen und deshalb wesentlich zum wirtschaftlichen Erfolg der Unternehmung beitragen. Des Weiteren ist Projektleiter Alexander Gehring, nicht nur durch seine Rolle als Auftraggeber, sondern auch durch sein Expertenwissen als Fluglehrer, eine Hauptinstanz im Projekt. Als passionierter Gleitschirmflieger und erfahrender Ausbilder kennt er alle Rollen der Stakeholder aus eigener Erfahrung und kann ihre wichtigsten Anforderungen wiedergeben. Als Geschäftsführer einer Kommunikationsagentur ist es sein Beruf, die technischen Anforderungen komplexer digitaler Prozesse zu erfassen. Somit besitzt Alexander Gehring wichtige Expertise in den für dieses Projekt bedeutenden Fachgebieten der Gleitschirmausbildung und Anwendungsentwicklung. Nach dem Auftraggeber und der Hauptzielgruppe sind die Prüfer die zweitwichtigste Anspruchsgruppe, da sie, wie die Schüler auch, potentielle Nutzer der Anwendung sind. Außerdem kann ihnen, wie den Flugschulen auch, eine Multiplikatorfunktion zugeschrieben werden. Sie können eine entscheidenden

de Rolle bei der Verbreitung der Anwendung spielen, wenn sie Schülern die Anwendung weiterempfehlen. Auch der DHV könnte eine Multiplikatorfunktion haben, was aber aufgrund seiner momentanen Zusammenarbeit mit onlearning nicht sicher ist. Hier müsste erst über eine Kooperation verhandelt werden. Dem Gesetzgeber kommt in dem Projekt nur eine untergeordnete Rolle zu. Seine Anforderungen sind bereits in der Prüfungsordnung des DHV dokumentiert. Beim Masteranden und Entwickler schließlich laufen alle Anforderungen zusammen. Nachdem alle Stakeholder identifiziert und dokumentiert sind, kann mit der eigentlichen Anforderungsermittlung begonnen werden.

3.2.2 Interview mit Alexander Gehring

Zum Ermitteln der Anforderungen der Prüfer wurde ein schriftliches Experteninterview mit Alexander Gehring, Fluglehrer und DHV-Prüfer sowie Geschäftsführer von evival Technologies, geführt, das im Anhang dieser Arbeit zu finden ist. Die Auswertung des Interviews beinhaltet Anforderungen der folgenden Stakeholder: Flugschüler, Prüfer, DHV und Auftraggeber. Aus dem Interview lassen sich funktionale sowie qualitative Anforderungen für unterschiedliche Benutzerrollen ermitteln. Für die Rolle des Flugschülers ergeben sich folgende funktionale Anforderungen. Die Anwendung sollte sowohl im Browser als auch als App auf dem Smartphone und Tablet funktionieren und einen Lernmodus mit Karteikartensystem beinhalten. Zusätzlich zum Lernmodus soll es auch einen Prüfungsmodus geben, über den die Schüler ihre Prüfungen ablegen können. Eine Offline-Funktionalität ist gewünscht, ebenso wie eine PDF-Downloadfunktion. Wurde eine Frage verändert, sollte den Schülern bei Aufruf dieser Frage ein Hinweis angezeigt werden, dass Frage und Antwort aktualisiert wurden, mit einem Einblick, wie sie früher lautete. Für die Benutzerrolle des Prüfers ist sowohl ein Prüfungsmodus als auch ein Korrekturmodus vorgesehen. Im Prüfungsmodus sollen Prüfer für jeden zur Prüfung angemeldeten Schüler eine Prüfung mit zufälligem Inhalt erstellen können, so dass gegenseitiges Abschreiben nicht möglich ist. In einem Korrekturmodus sollen abgeschlossene Prüfungen automatisch korrigiert werden und mittels einer PDF-Funktion zusammen mit dem

Ausbildungsbuch exportiert werden können. Eine weitere vom Auftraggeber für die Benutzerrolle Prüfer gewünschte Funktion ist die Liveeinsicht auf den Bildschirm der zu prüfenden Schüler während der Prüfung. Für den DHV soll es einen Administrationsbereich geben, mit dem DHV-Mitarbeiter Zugänge für Prüfer verwalten und den Fragenkatalog pflegen können. Dabei sollte bei einem Update einer Frage eine Versionisierung geschehen, so dass Änderungen nachverfolgbar sind. Abgeschlossene Prüfungen sollen mit dem DHV-Zugang einsehbar und herunterladbar sein. Für sich selbst wünscht sich der Auftraggeber einen Super-Admin-Benutzer, der alle verfügbaren Rechte der Anwendung besitzt. Zusätzlich zu den funktionalen Anforderungen ergeben sich aus dem Interview mit Alexander Gehring qualitative Anforderungen. Eine zeitgemäße Prüfungsvorbereitung- und Durchführung zählt ebenso dazu wie die Cross-Browser-Kompatibilität. Cross-Browser-Kompatibilität bedeutet eine verlässliche Funktionalität auf allen gängigen Webbrowsern. Dazu zählen: Microsoft Edge, Mozilla Firefox, Google Chrome und Safari für Apple. Eine Verfügbarkeit der Anwendung von 100% wird ebenso gefordert wie eine Speicherung der Prüfungen für einen Zeitraum von zwischen drei bis fünf Jahren. Im Prüfungsmodus sollen alle Daten direkt bei der Eingabe gespeichert werden, so dass bei einem Systemabsturz möglichst keine Daten verlorengehen und die Prüfung nach einem Systemneustart unmittelbar fortgesetzt werden kann. Die Anwendung sollte so konzipiert sein, dass bis zu 10.000 Schüler pro Jahr damit arbeiten können. Das Design sollte minimalistisch modern gehalten werden.

3.2.3 Umfrage unter Flugschülern

Zum Ermitteln der Anforderungen der Flugschüler wurde eine Onlineumfrage unter Flugschülern sowie bereits ausgebildeten Gleitschirmfliegern durchgeführt. Die ausgewerteten Ergebnisse der Umfrage befinden sich im Anhang dieser Arbeit. An der Umfrage beteiligten sich 88 Personen, drei Viertel davon männlich, ein Viertel weiblich. 84% der Umfrageteilnehmer waren älter als 30 Jahre. Den größten Anteil machen die 30- bis 40-Jährigen mit 38% aus. Die zweitgrößte Altersgruppe sind die 40- bis 50-Jährigen mit 27,2%, gefolgt von den 50- bis

60-Jährigen mit 18,1%. Fast zwei Drittel aller Befragten befinden sich zur Zeit in keiner Ausbildung. 78% besitzen den beschränkten Luftfahrerschein (A-Lizenz) und 37% den unbeschränkten Luftfahrerschein (B-Lizenz). Die letzte theoretische Prüfung der Teilnehmer liegt im Schnitt vier Jahre zurück. Auf die Frage, „Wie viele Stunden haben Sie sich auf die Ausbildung vorbereitet?“, antworteten die Teilnehmer abweichend. Je nach Ausbildung unterscheidet sich das Ergebnis deutlich. Während zwei Drittel angeben, weniger als zehn Stunden zum Lernen auf die theoretische Prüfung der Grundausbildung aufgewendet zu haben, sind es bei der A-Lizenz nur etwas weniger als ein Drittel und bei der B-Lizenz etwa ein Viertel. Es zeigt sich also, dass die Ausbildungen verschiedene Schwierigkeitsgrade besitzen und die Lernaufwände entsprechend variieren. Im Durchschnitt benötigen die Schüler für die Grundausbildung sieben, für die A-Lizenz-Ausbildung 19 und für die B-Lizenz-Ausbildung 15 Stunden Vorbereitungszeit auf die Theorieprüfung. Auffällig sind auch die Unterschiede innerhalb einer Ausbildung. Während manche Schüler weniger als zehn Stunden Vorbereitungszeit für die A-Lizenz benötigen, gaben andere an, 40 Stunden und mehr zu benötigen. Es wird deutlich, dass jeder Schüler sein eigenes Lerntempo besitzt und generelle Aussagen zur gesamten Lerndauer einer Ausbildung schwer zu treffen sind. Eine Lerneinheit dauert bei 50% der Befragten eine bis zwei Stunden. 19% gaben an, weniger als eine Stunde pro Einheit zu lernen. Nur 9% lernen länger als zwei Stunden am Stück, länger als vier Stunden sogar nur 1,5%. 16% haben Lerneinheiten von unterschiedlicher Dauer. Auch beim Zeitpunkt des Lernbeginns ergeben sich stark variierende Werte. 12% beginnen weniger als eine Woche vor Prüfungstermin mit dem Lernen, 14% eine Woche, 25% zwei Wochen und 17% drei Wochen vor Prüfungstermin. Einen Monat Vorbereitungszeit benötigen 7%, zwei Monate 13% und mehr als zwei Monate 8%. Wie bei der Lerndauer auch ist der Zeitpunkt des Lernbeginns stark abhängig von persönlichen Präferenzen und der Lerngeschwindigkeit einer Person. Die beliebteste Lernhilfe ist das Internet auf PCs und Notebooks, gefolgt von Internet auf Smartphone und Tablets. Auf Platz drei folgen die ausgedruckten Prüfungsfragen. Mitschriften aus dem Unterricht, Zusammenfassungen und gekaufte oder geliehene Lehrbücher nutzen wesentlich weniger Schüler. Am häufigsten lernen die Umfrageteilnehmer auf dem eigenen Sofa, gefolgt vom eigenem Schreib-

tisch, dem Bett und dem Küchentisch. In Zug, Bus oder Auto lernen nur weniger Schüler regelmäßig, auch öffentliche Plätze und Cafés sind keine beliebten Lernorte. Für den Abschnitt „Lernhilfen und Lernorte“ lässt sich festhalten, dass digitale Medien die beliebtesten Lernhilfen darstellen und diese am häufigsten an einem gemütlichen Platz im eigenen Heim genutzt werden. Die meisten Teilnehmer ziehen das Lernen am Feierabend vor, gefolgt vom Wochenende und von Urlaubs- sowie Ferienzeiten. Vor der Arbeit, auf dem Weg dorthin oder in der Mittagspause lernt nur ein kleiner Teil der Befragten. Diese Tatsache lässt sich unter Anderem damit begründen, dass ausgedruckte Prüfungsfragen zu unpraktisch sind, um sie unterwegs zu nutzen. Auch die Plattform onlearning.at, die von vielen Schülern genutzt wird, ist nicht für mobiles Lernen ausgelegt, da sie zum einen nicht für den mobilen Einsatz optimiert ist und zum anderen nicht offline funktioniert. Die Teilnehmer der Umfrage lernen am liebsten alleine. Mehr als die Hälfte gab an, dass ihnen ein systematisches Vorgehen beim Lernen hilft. Den meisten Teilnehmern macht das Lernen Spaß, jedoch haben 50% Schwierigkeiten, sich zum Lernen zu motivieren. Unter Prüfungsängsten leidet nur ein geringer Teil der Befragten und ein Großteil fühlt sich nach dem Lernen gut vorbereitet. Die größte Motivation zum Lernen ist das Ziel, den Flugschein zu erhalten. Auf dem zweiten Platz der Lernmotivatoren liegt der Zeitdruck, dicht gefolgt von der Angst durchzufallen. Fluglehrer, Partner und Mitschüler sind für die meisten Befragten nur mäßig motivierend. Eine Lernzielüberprüfung machen 82% mittels einer oder mehrerer Probeprüfungen. Fast die Hälfte aller Befragten gab außerdem an, von ganz allein zu merken, ob sie ausreichend vorbereitet sind. Die beliebtesten Prüfungsformen sind mit absteigender Beliebtheit: Prüfungen auf Papier, Prüfungen auf dem Tablet, Prüfungen auf dem Laptop oder PC. Mündliche Prüfungen sind am unbeliebtesten. Eine App oder Website, die Nutzer beim Lernen durch eine Lernkartei unterstützt, würde 87% nutzen. Die hilfreichsten Funktionen einer solchen Anwendung sind nach Angaben der Umfrageteilnehmer eine Probeprüfungsfunktion, die Anzeige des aktuellen Lernfortschritts und weitere Informationen zu den Fragen. Dafür wären die Befragten bereit, im Durchschnitt einmalig 10€ oder monatlich weniger als 2€ auszugeben. Aus der Umfrage lassen sich nachfolgende Erkenntnisse gewinnen: Die potentiellen Nutzer sind zum Großteil Männer über 30. Deshalb sollte vor allem das Alter

bei der Konzeption der Anwendung Berücksichtigung finden. Ein zu verspieltes oder jugendliches Design der Anwendung sollte deshalb vermieden werden. Ein Großteil der Umfrageteilnehmer verwendet bereits Computer, Laptops und das Internet zum Lernen und würde generell eine digitale Lernanwendung nutzen. Eine ablehnende Haltung gegenüber einer digitalen Lernanwendung ist deshalb nicht zu erwarten.

Die Auswertung der Umfrage macht auch deutlich, dass unterschiedliche Lerntypen existieren und jeder Nutzer seinen eigenen Lernrhythmus und sein eigenes Lerntempo hat. Die Anwendung sollte daher für möglichst viele Lerntypen attraktiv sein und unterschiedlich lange Lerneinheiten ermöglichen, damit jeder Nutzer in einem für sie oder ihn angenehmen Tempo lernen kann. Die durchschnittliche Dauer einer Lern-einheit beträgt in etwa eine Stunde, weshalb dieser Wert als Voreinstellung gewählt werden sollte. Es wird auch deutlich, dass Flugschüler fast nur zu Hause lernen und freie Zeiten wie zum Beispiel Bus- und Bahnfahrten oder Ähnliches kaum zum Lernen genutzt werden. Dies mag vor allem an den unhandlichen ausgedruckten Papierbögen sowie der nicht vollständig für mobile Endgeräte optimierten Anwendung onlearning liegen. Diese Tatsache sollte genutzt werden, um einen Vorteil für die Nutzer gegenüber der Konkurrenz zu gewinnen. Eine für mobiles Arbeiten optimierte App würde eine klare Abhebung von der Konkurrenz ermöglichen. Bei der Betrachtung der aus dem Interview und der Umfrage gewonnenen Anforderungen fällt auf, dass sich aus beiden Quellen einige identische Anforderungen ergeben. Dazu zählen die Cross-Plattform Kompatibilität mit einem starken Fokus auf mobilen Endgeräten, eine Unterstützung durch ein Lernsystem sowie ein modernes schlichtes Design.

3.3 Anforderungsspezifikation

Die Spezifizierung von Anforderungen ist im IEEE Standard, Software Requirements Specification (SRS), definiert. Das Dokument soll die Anforderungen eines Kunden an den Auftragnehmer kommunizieren, der das System technisch spezifizieren und entwickeln soll. Es dient als Brücke zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer und muss für beide Seiten verständlich formuliert sein. Die

Anforderungsspezifikation trennt die Ergebnisse der Anforderungsanalyse in qualitative und quantitative Anforderungen. Sie spezifiziert die erwartete Umgebung, das Nutzungsprofil des Systems, seine Leistungsparameter und seine geforderte Qualität. Der Anforderungsspezifizierung liegen die acht bereits erwähnten Qualitätsmerkmale zugrunde: Korrektheit, Vollständigkeit, Eindeutigkeit, Überprüfbarkeit, Konsistenz, Priorisierung, Änderbarkeit und Verfolgbarkeit. Im IEEE Standard wird beschrieben, wie eine dokumentierte Anforderungsspezifikation aufgebaut werden soll, um diese Qualitätsmerkmale zu erfüllen. Grundsätzlich wird zwischen Kundenanforderungen und Entwicklungsanforderungen unterschieden. In den Kundenanforderungen werden Anforderungen aus Sicht des Kunden oder des End-Anwenders dokumentiert. Die Entwicklungsanforderungen beschreiben Anforderungen aus Sicht des Entwicklers. Dabei werden nicht Kunden, sondern technische Aspekte in den Vordergrund gestellt. Um dem IEEE-Standard zu entsprechen, muss eine SRS mindestens drei Hauptkapitel enthalten. In der Praxis wird diese Gliederung jedoch häufig modifiziert. Die Anforderungsspezifikation für die in dieser Arbeit zu entwickelnde Lernanwendung wird in Form eines Lastenhefts und eines Pflichtenhefts durchgeführt. Die Erstellung eines Lasten- und Pflichtenhefts ist gängige Praxis in der Software-Entwicklung, da sie den Qualitätscharakteristika des IEEE-Standard gerecht wird.[16]

3.3.1 Lastenheft

Für die zu entwickelnde Lernanwendung wurden die aus dem Interview und der Umfrage gewonnenen Anforderungen in Form eines Lastenhefts spezifiziert. Ziel des Lastenhefts ist die Dokumentation der Anforderungen aus Kundensicht. Ein Lastenheft wird in schriftlicher Form und in einer allgemein verständlichen Sprache verfasst. Um die SRS oder einen anderen Standard wie die DIN-Norm 69901 zu erfüllen, benötigt das Lastenheft einen Titel und Datum sowie eine Versionsnummer. Somit ist ein iteratives und dokumentiertes Vorgehen im Anforderungsmanagement möglich. Das Lastenheft enthält die Zielbestimmungen und eine Beschreibung des Produkteinsatzgebiets in allgemein verständlicher,

schriftlicher Form. Produktfunktionen, also funktionale Anforderungen, werden ebenfalls dokumentiert. Um Überprüfbarkeit, Änderbarkeit, Verfolgbarkeit und Vergleichbarkeit von Anforderungen zu ermöglichen, werden die Produktfunktionen mit dem Kürzel LF nummeriert. Unter dem Punkt „Produktdaten“ werden die zu speichernden Produktdaten detailliert aufgelistet. Pflichtfelder werden dabei ebenso spezifiziert wie Datentypen. Technische Anforderungen werden im Kapitel Produkt-Leistungen beschrieben. Da das Lastenheft ein eigenständiges Dokument ist, befindet es sich im Anhang dieser Arbeit. Es dient als Grundlage zur Entwicklung des in Kapitel 4 vorgestellten Konzepts. Auch die in Kapitel 5 durchgeführte Technologieauswahl basiert auf den Anforderungen des Lastenhefts.[16]

3.3.2 Pflichtenheft

Im Pflichtenheft wird aus Sicht des Auftragnehmers beschrieben, wie die im Lastenheft dokumentierten Anforderungen konkret umgesetzt werden sollen. Das Pflichtenheft ist in seinem Umfang meist wesentlich größer und detaillierter als ein Lastenheft. Wie auch das Lastenheft befindet sich das Pflichtenheft im Anhang dieser Arbeit. Es basiert auf den Erkenntnissen der in den nachfolgenden Kapiteln behandelten Konzept- und Technologieanalyse. Der Inhalt des Pflichtenhefts untergliedert sich in die Punkte Zielbestimmungen, Produkteinsatz, Umgebung, Produktfunktionen, Produktdaten, Produktleistungen, Benutzeroberfläche, Qualitätszielbestimmungen, Testfälle, Entwicklungsumgebung und Anhang. Im Kapitel „Zielbestimmungen“ wird die Projektvision des Kunden beschrieben. Außerdem werden Anforderungen in Muss-, Wunsch- und Abgrenzungskriterien untergliedert. Muss-Kriterien beschreiben Anforderungen, die geschäftskritisch sind oder zur grundlegenden Funktionalität der Anwendung benötigt werden. Wunsch-Kriterien haben eine niedrigere Priorität. Abgrenzungskriterien ermöglichen es zu beschreiben, wo der Umfang der Anwendung endet. Im Kapitel Produkteinsatz wird aus Sicht aller anwendungsbezogenen Stakeholder festgehalten, welche Anforderungen für diese Anspruchsgruppen gelten. Des Weiteren werden die den Produktlebenszyklus betreffenden Betriebsbedingungen, wie

Lebensdauer der Anwendung sowie Ausfallsicherheit und Beaufsichtigung, dokumentiert. Anforderungen zu Sicherheit, Datenschutz und gesetzlichen Vorgaben beschreiben die rechtlichen und sicherheitsspezifischen Rahmenbedingungen für die Entwicklung. Anders als im Lastenheft wird im Pflichtenheft nicht nur die Frage geklärt, was das Produkt leisten soll, sondern auch beschrieben, wie die konkrete Umsetzung geschehen soll. Deshalb muss sowohl die benötigte Hardware- als auch Software-Umgebung, clientseitig wie serverseitig, beschrieben werden. Das Pflichtenheft enthält Hard- und Softwareanforderungen, die sich aus der Technologieauswahl im Kapitel 5 ergeben. Im Kapitel Produktfunktionen im Pflichtenheft werden die im Lastenheft spezifizierten Produktfunktionen in einer der technischen Umsetzung gerecht werdenden Art und Weise, je nach Qualität des Lastenhefts, direkt übernommen oder in Teilfunktionen aufgeteilt. Sich überschneidende Lastenheftfunktionen können je nach Gegebenheit auch zusammengefasst werden. Die Produktdaten enthalten alle zu speichernden Daten der Anwendung. Unter dem Punkt Produktleistungen finden sich konkrete technische Anforderungen an das zu entwickelnde System. Weiterhin wird im Pflichtenheft die Navigationsstruktur der Anwendung festgelegt. Auch Layoutkonzepte können Teil des Pflichtenhefts sein. Eine Einordnung nach Wichtigkeit von Qualitätskriterien im Kapitel „Qualitäts-Zielbestimmungen“ ermöglicht eine Priorisierung der Anforderungen. Weitere Punkte des Pflichtenhefts sind die Beschreibung von Testfällen und die Dokumentation der zu verwendenden Entwicklungsumgebung. Die Dokumentation der Entwicklungsumgebung teilt sich in Hardware, Software und Orgware auf. Orgware beschreibt dabei, welche Kommunikationsform innerhalb des Entwicklerteams und zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer benutzt werden soll. In einem Anhang ist Platz für weitere Ergänzungen und Annahmen.[16]

4 Konzept

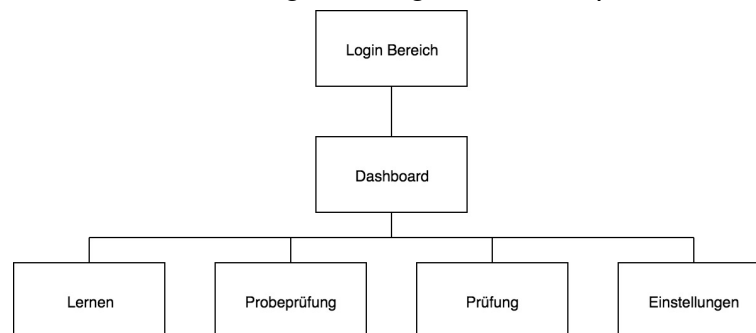
4.1 Personas

Für das Konzept der Anwendung wurden Personas erstellt, die im Anhang dieser Arbeit zu finden sind. Die Personas stehen prototypisch für eine Gruppe von Nutzern. Sie besitzen konkret definierte Eigenschaften wie Alter, Beruf, Familienstand, Wohnort und werden in Sinus-Milieus eingeordnet. Ihr Persönlichkeit wird nach dem Grad ihrer Extraversion, Emotionalität und ihrem Wahrnehmungsverhalten eingeordnet. Eine Kurzbiografie, Ziele, Frustrationen und Motivationen beschreiben diese Eigenschaften. Die Verwendung digitaler Plattformen und die Zugänglichkeit für verschiedene Werbekanäle sind ebenso vermerkt. Die durch die Persona beschriebenen Eigenschaften und Persönlichkeitsmerkmale helfen beim Designprozess und Interaktionsdesign. So können beispielsweise beim Konzeptentwurf die Persona berücksichtigt werden, um zu prüfen, wie gut die Bedürfnisse einzelner Benutzergruppen erfüllt werden. Sie helfen außerdem ein einheitliches Verständnis der Benutzergruppen zu erhalten, wenn mehrere Personen an einem Projekt arbeiten.[17]

4.2 Struktur

Das in Abbildung 6 dargestellte Navigationskonzept zeigt die Struktur der Anwendung auf, die in sechs Bereiche aufgeteilt ist.

Abbildung 6: Navigationskonzept



Ein Login-Bereich ermöglicht eine Authentifizierung der Nutzer. Nach erfolgreicher Anmeldung wird der Nutzer auf das Dashboard weitergeleitet. Auf dem Dashboard erhält der Nutzer Hinweise und Informationen über die Lernanwendung, eine grafische Darstellung seines Lernfortschritts und einen Direktlink zum Lernbereich. Alle Bereiche sind über eine Sidebar-Navigation zu erreichen.

4.3 Layout

Die gesamtheitliche Entwicklung eigener User Interfaces (UI) für mobile Webanwendung, welche auch den Anforderungen der Ästhetik, der Benutzerfreundlichkeit und des responsiven Verhaltens gerecht werden müssen, ist mit einem enormen zeitlichen Aufwand verbunden. Auf CSS und JavaScript basierende Frontend-Frameworks wie Bootstrap, Pure.css, Skeleton, Materialize, Semantic-UI, Metro UI sind deshalb bei der Entwicklung der meisten Website- und mobilen Web-Anwendungen nicht mehr wegzudenken. Allein das Framework Bootstrap wird von 17% aller Websites weltweit verwendet.[18] Die meisten dieser Frameworks bieten neben einem CSS-Grid, das ein spaltenbasiertes und reponsives Layout der Anwendung ermöglicht, auch vorgefertigte UI-Elemente. Zu diesen Elementen zählen unter anderem Buttons, Dropdowns, Formulare, Textformatierungen, Navigationselemente und Benachrichtigungen. Aufwände für Konzeption und Umsetzung eines kompletten Layouts, in Form von Grafik und CSS-Arbeiten, lassen sich durch den Einsatz von Frontend-Frameworks deutlich verringern.

Statt komplette Layouts anzufertigen, bietet es sich deshalb an, Mockups für verschiedene Endgeräte und Ausrichtungen zu erstellen. Die Abbildungen 7, 8 und 9 zeigen die Anordnung der UI-Elemente auf Smartphones, Tablets im Querformat (Landscape Mode) und Tablets im Hochformat (Portrait Mode). Die Anordnung der Elemente ist auf Laptops und anderen größeren Displays identisch zur Anordnung im Landscape-Mode auf dem Tablet. Aus diesem Grund wurden keine Mockups speziell für größere Displays erstellt. Alle erstellten Mockups sind als png-Grafiken und sketch-Dateien im digitalen Anhang dieser Arbeit zu finden.

Abbildung 7: Mockups für Smartphones

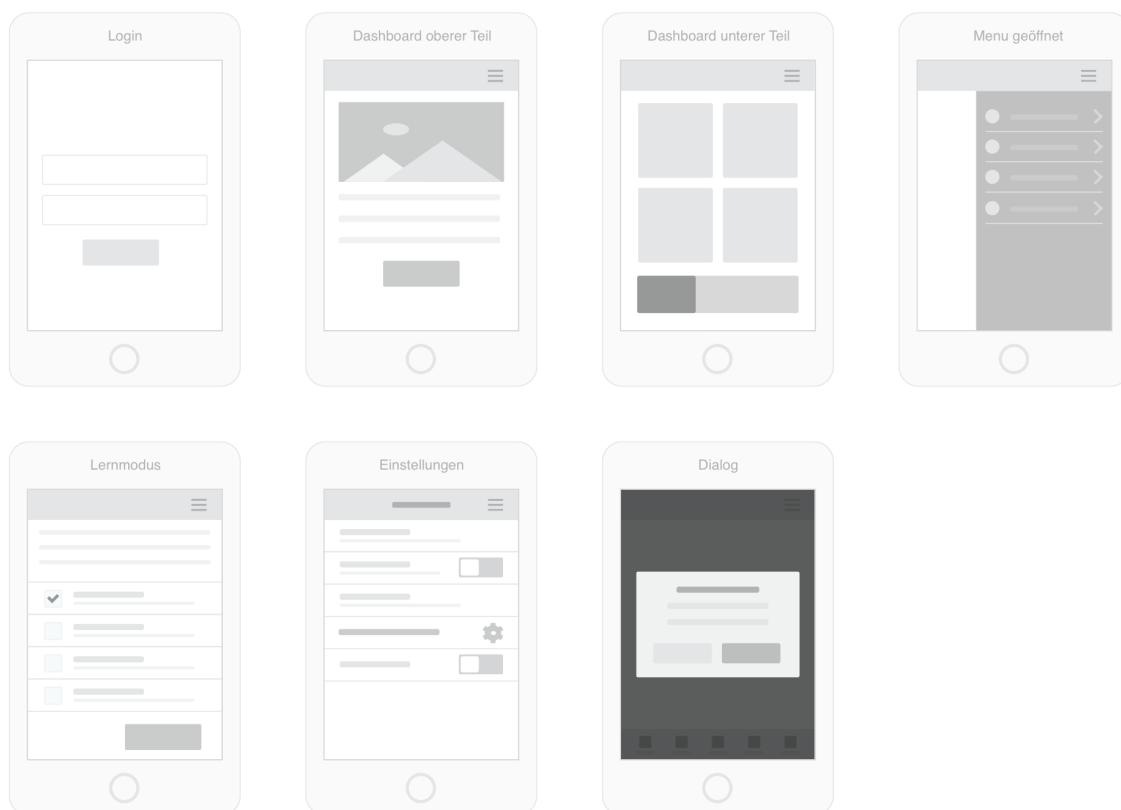


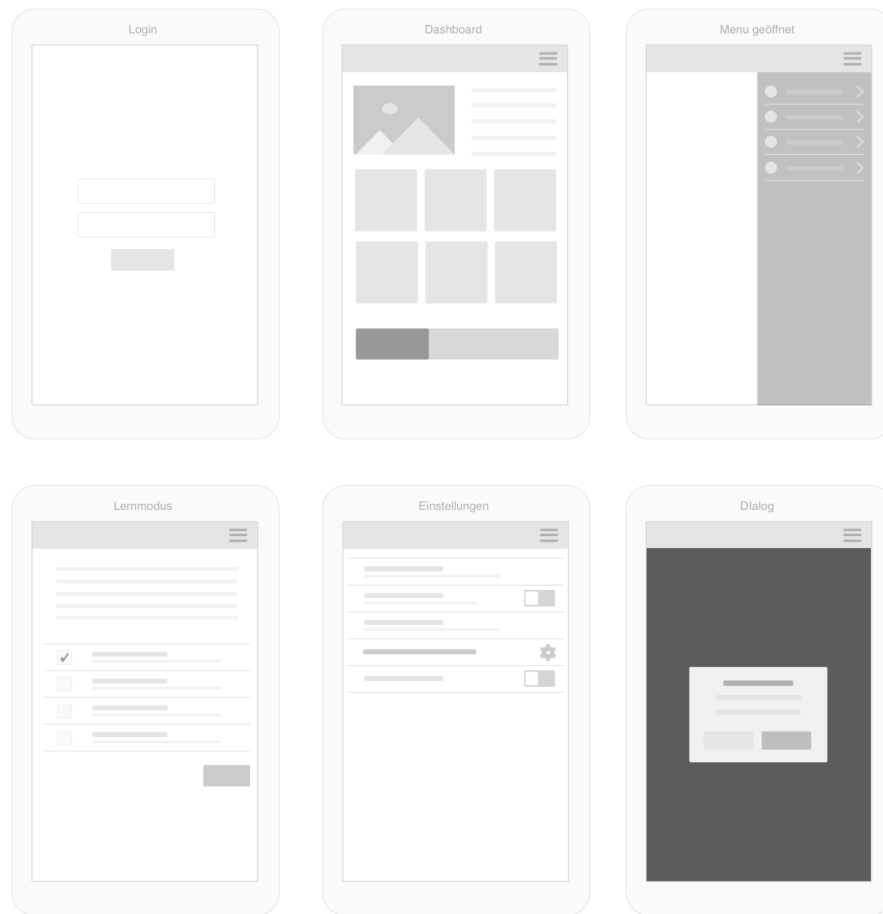
Abbildung 7 zeigt die Anordnung und Positionierung der UI-Elemente auf Smartphones unter Berücksichtigung der im Pflichtenheft dokumentierten Seitenstruktur.

Abbildung 8: Mockups für Tablets im Landscape-Mode



Am Dashboard-Screen in Abbildung 8 ist gut das responsive Verhalten der Anwendung zu erkennen. Ein Frontend-Framework ermöglicht die einfache Umsetzung dieses adaptiven Verhaltens.

Abbildung 9: Mockups für Tablets im Portrait-Mode



Die in Abbildung 9 dargestellten Mockups ähneln aufgrund der vertikalen Geräteausrichtung stark denen auf Smartphones. Dennoch ermöglicht ein Frontend-Framework die optimale Ausnutzung der verfügbaren Displayfläche.

5 Technologieauswahl

5.1 Mobile App Technologien

Bei der Entwicklung einer internetbasierten Anwendung, die auch mobile Endgeräte unterstützen soll, stehen Web-Apps, Native-Apps, Hybrid-Apps, Cross-Plattform-Apps und seit kurzer Zeit auch Progressive-Web-Apps (PWA) zur Auswahl. Die verschiedenen Technologien wurden auf Eigenschaften wie Plattformabhängigkeit, Hardware- und Softwarezugriffsmöglichkeiten, Datenspeicherung, Entwicklungsaufwand und Performance untersucht. Tabelle 5.1 zeigt den Vergleich dieser Untersuchung.

	Web-App	Native-App	Hybrid-App	Cross-Platform-App	Progressive Web-App
Plattform-unabhängig	ja	nein	möglich	möglich	ja
Hardware-Zugriff	nein	vollständig	teilweise	teilweise	nein
Software-Zugriff	nein	vollständig	teilweise	teilweise	teilweise
lokale Datenspeicherung	Webbrowser	auf Gerät	auf Gerät	auf Gerät	Webbrowser
Bezugsquelle	Website	App-Store	App-Store	App-Store	Website
Programmiersprachen	HTML, CSS JavaScript	Java, Kotlin Objective-C Swift C, C#, C++	HTML, CSS JavaScript	Java, Kotlin Objective-C Swift HTML, CSS JavaScript	HTML, CSS JavaScript
Internet-Verbindung	notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig	nicht notwendig
Updates	sofort	nach Installation	nach Installation	nach Installation	sofort
Performance	gering	hoch	gering	hoch	gering
Natives User-Interface	nein	ja	nein	teilweise	teilweise
Entwicklungsaufwand	minimal	hoch	gering	mittel	minimal

Tabelle 3: Übersicht Mobiler App-Technologien

Web-Apps sind streng genommen keine vollständigen Apps, sondern auf JavaScript, HTML und CSS basierende Webseiten mit einer responsiven Optimierung, weshalb sie unabhängig von der verwendeten Plattform genutzt werden können. Sie benötigen keine Installation und werden direkt über den Webbrowser aufgerufen. Werden sie als Lesezeichen gespeichert, erstellt das Mobilgerät

ein App-Icon basierend auf einem Screenshot der Anwendung, über das sich die App im Webbrowser öffnen lässt. Web-Apps lassen sich nur in einem Webbrowser öffnen und können keine nativen User-Interface-Elemente nutzen. Ein Zugriff auf Hardwarekomponenten wie GPS oder Bewegungssensoren ist ebenso wie der Zugriff auf Softwarekomponenten wie Adressbuch, Kalender oder Benachrichtigungen nicht möglich. Nutzerdaten können mit Browser-abhängigen Limitierungen mittels Cookies, Localstorage oder einer anderen Schnittstelle wie Indexed Database gespeichert werden. Web-Apps setzen eine aktive Internetverbindung voraus und funktionieren nicht offline. Da sie, wie der Name schon sagt, auf Web-Technologien basieren, bieten sie eine geringere Performance als Native Apps. Ein Zugriff auf Native User-Interface-Elemente ist nicht möglich. Ein großer Vorteil von Web-Apps ist die direkte Updatefähigkeit. Dazu reicht ein einfaches Neu-Laden der Anwendung im Browser aus. Ein weiterer Vorteil ist, verglichen mit den anderen Technologien, der minimale Entwicklungsaufwand. Unabhängig davon, auf welcher Plattform die Anwendung verwendet werden soll, muss sie nur einmal entwickelt werden. Der Aufwand für die Bereitstellung in den App-Stores entfällt komplett.

Native-Apps stellen das Gegenstück zu Web-Apps dar. Sie basieren nicht auf Web-Technologien, sondern auf plattformabhängigen Programmiersprachen. Von allen untersuchten Technologien bieten sie die beste Performance und einen vollständigen Zugriff auf Hardware- und Softwarekomponenten. Daten können ohne Limitierung direkt auf dem Gerät gespeichert werden, weshalb sie auch keine Internetverbindung benötigen. Der Nachteil Nativer Apps ist der hohe Entwicklungsaufwand, da für jedes Betriebssystem eine eigene App in einer plattformabhängigen Programmiersprache entwickelt werden muss. Bei iOS heißen die Programmiersprachen Objective-C und Swift, bei Android kommen Java und Kotlin zum Einsatz und für Windows-Geräte benötigen Entwickler Kenntnisse in C, C# oder C++. Sollen Native User-Interface-Elemente genutzt werden, entsteht auch ein hoher Aufwand bei Konzept- und Layoutarbeiten, da plattformabhängige Styleguides berücksichtigt werden und Layouts in mehrfacher Ausführung erstellt werden müssen.

Hybrid-Apps schließen die Lücke zwischen Web- und Native-Apps. Sie ermögli-

chen eine Plattform-unabhängige Entwicklung, setzen diese aber nicht zwingend voraus. Hybride-Apps sind auf Web-Technologien basierende Apps in einer nativen Kapselung. Dank eines Frameworks können sie mit Web-Technologien entwickelt werden, haben aber den großen Vorteil, dass sie sich mit Hilfe des Frameworks wie Native-Apps verhalten. Das Framework erstellt automatisch Versionen für verschiedene Plattformen. Dank Schnittstellen im Framework ist auch der Zugriff auf Hardware- und Softwarekomponenten und auf den internen Gerätespeicher möglich. Häufig verwendete Frameworks sind PhoneGap, Ionic, Intel XDK, Sencha Touch und NativeScript. Hybrid-Apps werden wie Native-Apps auch über App-Stores bezogen und funktionieren auch offline. Updates sind nur über den App-Store möglich. Da alle vom Framework erstellten, Plattform-abhängigen App-Versionen die selbe Code-Basis haben, kann nicht auf Native UI-Elemente zurückgegriffen werden. Dies hat zum Vorteil, dass der Entwicklungsaufwand gegenüber Native-Apps geringer ist.

Cross-Plattform-Apps stellen, wie Hybrid-Apps auch, eine Mischform aus Web-App und Native-App dar. Der Hauptunterschied zwischen Hybrid- und Cross-Plattform-App ist die zu verwendende Codebasis. Während Hybrid-Apps nur eine Programmierung für alle Plattformen benötigen, wird bei Cross-Plattform-Apps differenziert. Meist werden User-Interface-spezifische Elemente für jede Plattform separat entwickelt. JavaScript-Code, der unabhängig von plattformspezifischen Eigenheiten ist, wie zum Beispiel die Kommunikation mit der Datenbank, muss jedoch nur einmal für beide Plattformen geschrieben werden. Dadurch lässt sich der Entwicklungsaufwand im Vergleich zu einer nativen App deutlich reduzieren, während Performance und Look-And-Feel mit einer Native-App vergleichbar sind. Hardware- und Software-Zugriff sind ebenso möglich wie die Speicherung von Daten auf dem Gerät. Eine Internetverbindung ist nicht notwendig. Wie bei Hybrid-Apps hilft ein Framework bei der Erstellung der Apps, die über den App-Store bezogen werden können. Bekannte Frameworks für Cross-Plattform-Apps sind React Native, Titanium Mobile und Flutter SDK.

Seit circa drei Jahren gibt es mit Progressive-Web-Apps eine weitere Alternative in der mobilen Anwendungsentwicklung. Es handelt sich dabei um Web-Apps mit einem erweiterten Funktionsumfang. Progressive-Web-Apps bieten alle Vorteile

einer gewöhnlichen Web-App, können aber außerdem auf die Benachrichtigungsfunktion des Endgeräts zugreifen. Ein weiterer großer Vorteil gegenüber Web-Apps ist die Offline-Funktionalität. Mithilfe einer Service-Worker-Datei bietet eine PWA außerdem die Möglichkeit, eine Offlinefunktionalität zu erhalten. In einer Manifest-Datei können Name, Kurzname, Metadaten und App-Icons festgelegt werden. Bei der Speicherung der App als Lesezeichen wird das im Manifest beschriebene Icon und der Name verwendet. Obwohl sich die PWA beim Klick auf das Icon im Browser öffnet, nähert sie sich einem nativen Look-And-Feel an, da sich die Adresszeile des Browsers in der Manifest-Datei deaktivieren lässt. Somit eignet sich eine Progressive-Web-App sehr gut, um mit minimalem Aufwand ein einer nativen oder hybriden App ähnelndes Benutzererlebnis zu erzielen. Während Chrome und Firefox schon seit mehreren Jahren PWA-Funktionen unterstützen, unterstützt iOS sie erst seit der im Jahr 2017 veröffentlichten Version 11.3.

Alle untersuchten App-Technologien bieten ihre eigenen Vor- und Nachteile und bieten sich für manche Anwendungsfälle besser an als andere. Die Auswahl einer passenden Technologie sollte deshalb auf Grundlage der im Lastenheft dokumentierten Anforderungen geschehen. Vergleicht man die Anforderungen des Lastenhefts mit den Untersuchungskriterien aus Tabelle 5.1 können folgende Erkenntnisse festgehalten werden: Plattformunabhängigkeit ist eine der wichtigsten Anforderungen und wird bereits in der Zielbestimmung des Lastenheftes genannt. Aufgrund der benötigten Entwicklungsressourcen ist eine Entwicklung von zwei nativen Apps sowie einer Web-App für Desktop Computer und Laptops, vor allem in Anbetracht des zu erwartenden ROI, nicht sinnvoll. Somit scheiden Native-Apps aus der Auswahlmenge aus. Da für reine Web-Apps eine Internetverbindung notwendig ist, eine offline-Funktionalität jedoch gefordert ist, fällt auch sie aus der Auswahlmenge. Von den verbleibenden Technologien in der Auswahlmenge verursachen Cross-Plattform-Apps den höchsten Entwicklungsaufwand. Neben dem Aufwand, Teile des Codes in zwei Versionen für Android und iOS zu entwickeln und zu pflegen, müsste auch hier zusätzlich eine reine Web-App entwickelt werden, um auch die Desktop-Nutzer abzudecken. Aus diesem Grund stellen auch Cross-Plattform-Apps keine Lösung für die Anforderungen

dar, womit nur noch Hybrid- und Progressive Web-Apps zur Wahl stehen. Beide Technologien erfüllen grundsätzlich die im Lastenheft genannten Anforderungen. Da bereits die Software ParaBook, deren Erweiterung die zu entwickelnde Anwendung darstellt, als Progressive Web-App umgesetzt wird und diese Technik den geringsten Entwicklungs- und, damit verbunden, auch Wartungsaufwand erfordert, wird die Anwendung als PWA umgesetzt.

5.2 Webframeworks

Webanwendungen basieren meist auf einer Model-View-Controller-Architektur. Model-View-Controller (MVC) trennen die Anwendung in die drei Komponenten Datenmodell (Modell), Präsentation (View) und Programmsteuerung (Controller). Das Modell ist verantwortlich für die Verwaltung der Daten der Anwendung und empfängt Benutzereingaben von der Steuerung. Die Präsentation ist dafür verantwortlich, dass das Modell in einem bestimmten Format dargestellt wird. Der Controller antwortet auf die Benutzereingaben und führt Interaktionen an den Datenmodellobjekten durch. Er empfängt die eingegebenen Daten, validiert diese optional und übergibt sie dann an das Datenmodell. Die MVC-Architektur wurde bereits in den späten Siebzigern entwickelt. Da heutige Softwareentwicklungen meist deutlich komplexer sind als zur Entstehungszeit des MVC-Modells, ist die Zuordnung von Software-Elementen zu den MVC-Komponenten heute schwieriger und oft auch von der Betrachtungsperspektive abhängig. Bei der Umsetzung einer Progressive Web-App steht eine Vielzahl verschiedener Frameworks zur Auswahl. Zu den am häufigsten verwendeten Frameworks zählen AngularJS, React JS, Vue.js und jQuery Mobile. Anders als bei der Auswahl einer Mobile-App Technologie ist die Auswahl eines Webframeworks weitestgehend unabhängig von den Anforderungen, da sich der Funktionsumfang aller Frameworks durch Einbindung von JavaScript-Bibliotheken erweitern lässt. Somit kann die Auswahl eines Webframeworks auf den Präferenzen und Erfahrungen des Entwicklers basieren. Da für die Software ParaBook bereits das von Facebook entwickelte Framework React JS verwendet wird, liegt es nahe, auch für die Lernanwendung das gleiche Framework zu verwenden. Somit können beide Systeme vom

selben Entwickler gepflegt und gewartet werden, da Kenntnisse in mehreren Frameworks nicht erforderlich sind.

5.3 Systemumgebung

In der internetbasierten Softwareentwicklung gibt es verschiedene, häufig zusammen verwendete Komponenten, die eine Systemumgebung bilden. Auch wenn sich die Umgebungen in den verwendeten Technologien unterscheiden, gibt es grundlegende Gemeinsamkeiten. Alle Umgebungen benötigen vier Komponenten: ein Betriebssystem, einen Webserver, eine Datenbank und eine Programmiersprache, mithilfe derer die Kommunikation zwischen Datenbank, Webserver und Client ermöglicht wird. Die am weitesten verbreitete Kombination dieser Komponenten basiert auf Linux, Apache, MySQL und PHP (LAMP). Diese vier Programme bilden ein kostenloses Open-Source Softwarepaket, das als so genanntes LAMP-Stack seit Mitte der Neunzigerjahre Verwendung findet. Nach Beginn der Dotcom-Blase stieg die Verbreitung des LAMP-Stacks rapide an, da es viele Unternehmen aus Budgetgründen einsetzten. Mittlerweile sind 42% aller aktiven Websites auf einem Apache Server gehostet.[19]

Die vier Komponenten des Lamp-Stacks können auch als Schichten betrachtet werden, wobei das Betriebssystem Linux die unterste Schicht darstellt. In der nächsten Schicht befindet sich der Apache Webserver, der das Hosting der Anwendung oder Website ermöglicht. Die darüberliegende Datenbank-Schicht gewährleistet die Speicherung von Daten in einer relationalen Datenbank mittels MySQL. PHP, die vierte Schicht im LAMP-Stack, ermöglicht die Darstellung der Informationen beim Client sowie eine Anbindung an die Datenbank. Es gibt auch Variationen des LAMP-Stacks, bei denen jedoch Linux immer die unterste Schicht bildet. Häufig findet statt Apache ein nginx-Server Verwendung und anstelle von MySQL kann auch die relationale Datenbank MariaDB benutzt werden. Das P in LAMP steht häufig auch für Python oder Perl. Dabei erfüllt es jedoch die selbe Funktion wie PHP.[20]

Eine Alternative zu LAMP ist das Java Web-Application-Stack, bestehend aus

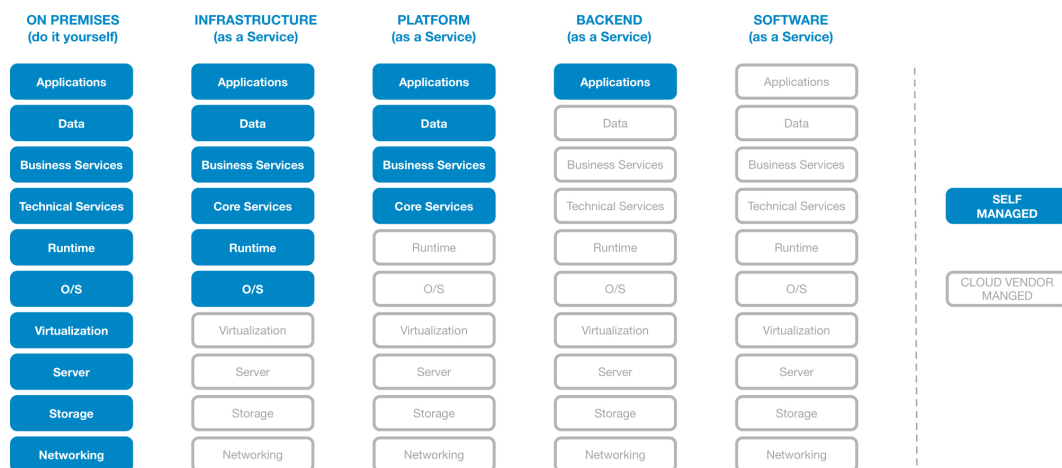
Linux, Tomcat, MySQL und JSP. Aufgrund seiner starken Ähnlichkeit zum LAMP-Stack wird an dieser Stelle nicht weiter auf das Java Web-Application-Stack eingegangen. Neben LAMP ist das zweithäufigste Stack das WISA-Stack. Das Akronym steht für Windows als Betriebssystem, IIS als Webserver, SQL Server als Datenbank und ASP.NET als Web Application Framework. Alle Komponenten kommen vom selben Hersteller Microsoft, was den Vorteil hat, dass sie gut aufeinander abgestimmt sind. Windows Server hat mit 6,8% aller aktiven Websites jedoch einen deutlich geringeren Marktanteil als Apache.[19]

Seit einigen Jahren gibt es mit dem MEAN- beziehungsweise MERN-Stack weitere Alternativen zu LAMP und WISA und Java. MEAN steht für MongoDB, Express, AngularJS und Node.js, MERN für MongoDB, Express, React und Node.js. Diese beiden Stacks unterscheiden sich grundsätzlich vom LAMP- und WISA Stack, da sie mit Node.js erstens nicht auf ein bestimmtes Betriebssystem beschränkt sind und zweitens mit MongoDB keine relationale Datenbank, sondern eine dokumentenorientierte NoSQL Datenbank verwenden. Eine wichtige Eigenschaft des MEAN-Stacks ist die starke Fokussierung auf JavaScript. Das hat den Vorteil, dass Entwickler nur eine Programmiersprache beherrschen müssen und somit der Wechsel zwischen Backend- und Frontendarbeiten leichter von der Hand geht. Nicht-relationale Datenbanken weisen außerdem eine bessere Skalierbarkeit gegenüber relationalen Datenbanken auf. Sie eignen sich vor allem für große unstrukturierte Datenmengen, wie sie zum Beispiel bei Social-Media-Anwendungen anfallen, und wurden entwickelt, um den Anforderungen des Web 2.0 gerecht zu werden.[21]

Auch wenn sich MEAN- beziehungsweise MERN-Stacks stark von LAMP-, WISA und Java-Stacks unterscheiden, gibt es neben dem Vier-Komponenten-Aufbau noch eine weitere Gemeinsamkeit: Betriebssystem, Server, Datenbank und Hosting benötigen einen nicht zu unterschätzenden Aufwand für Installations- und Wartungsarbeiten. Auch Ausfallsicherheit, regelmäßige Backups und Skalierbarkeit sind mit viel Aufwand verbunden und benötigen oft Expertenwissen, das nur erfahrene Entwickler oder Serveradministratoren besitzen. Verfügt ein Unternehmen nicht über die gefragte Expertise oder sind die zu betreibenden Aufwände zu hoch, bietet sich Cloud-Computing als Alternative an. Die Cloud als

Systemumgebung kann in fünf verschiedene Modelle untergliedert werden. Diese lauten On Premise, Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS), Backend as a Service (BaaS) und Software as a Service (SaaS). Jedes dieser Service-Modelle deckt eine Vielzahl von Aufgaben und Funktionen ab. Dazu zählen: Netzwerkumgebung, Dateispeicher, Datenbanken, Server, Virtualisierungen, Betriebssysteme, Laufzeitumgebungen, technische Dienstleistungen, Geschäftsdienstleistungen, Datenverwaltung und Anwendungsentwicklung. Der grundlegende Unterschied zwischen den fünf Service-Modellen besteht in der Aufgabenverteilung zwischen dem Kunden und dem Cloudanbieter. In Abbildung 10 werden die Service-Modelle bezüglich ihrer Aufgabenverteilung verglichen.

Abbildung 10: Cloudbasierte Servicemodelle



Quelle: <https://www.heise.de/developer/artikel/Serverless-Computing-Teil-1-Theorie-und-Praxis-3756877.html>

Beim On Premises Modell gilt das Do it Yourself-Prinzip. Alle Aufgaben, von der Netzwerkumgebung über den Betrieb von Servern bis hin zur Anwendungsentwicklung, müssen selbständig durchgeführt werden. Da der Aufwand für das Do it Yourself-Prinzip für kleine und mittelständische Unternehmen kaum zum bewältigen ist, eignet sich dieses Modell nur für große Konzerne mit einer entsprechenden IT-Infrastruktur. Beim IaaS-Modell übernimmt ein Cloudanbieter die Aufgabenbereiche Networking, Speicher, Serverbetrieb und Virtualisierung. Alle anderen Aufgaben liegen beim Cloud-Kunden. Wie bei einer klassischen Client-

Server-Architektur mit LAMP-, WISA- oder MEAN-Stack liegen die Aufwände für Einrichtung, Inbetriebnahme und Wartung von Betriebssystem, Laufzeitumgebung und Datenverwaltung beim Kunden, beziehungsweise beim Entwickler. Eine Reduzierung des zu leistenden Aufwands für die Systemumgebung ist beim IaaS-Modell gegenüber der Client-Server Architektur nicht erkennbar. Der Vorteil von IaaS liegt in der cloudbasierten Netzwerk-, Speicher- und Serverstruktur. Die Cloud kann dynamisch auf die auftretende Nutzerlast reagieren, indem Rechen- und Speicherleistung automatisiert angepasst werden. Die Möglichkeiten herkömmlicher physischer Server, auftretende Lasten zu verteilen, sind deutlich begrenzt. Der IaaS-Markt wird von den großen IT-Konzernen dominiert. Zu den bekanntesten IaaS-Anbietern zählen Amazon Web Services, Google Compute Engine, Windows Azure, HP Converged Cloud, IBM Softlayer und T-Systems DSI vCloud. Beim PaaS-Modell entfallen für Cloud-Kunden nicht nur die Aufwände für die technische Infrastruktur, sondern auch für Installation, Inbetriebnahme und Wartung von Betriebssystem und Laufzeitumgebung.

Ebenso wie der IaaS-Markt wird auch der PaaS-Markt von den großen IT-Konzernen dominiert, die häufig IaaS- und PaaS-Modelle oder eine Mischform beider Modelle anbieten. Im Vergleich zum reinen IaaS-Modell ist die Auswahl an Anbietern bei PaaS größer. Zu den Anbietern zählen unter anderem Google App Engine, Amazon Elastic Beanstalk, T-Systems Cloud Integration Center, IBM BlueMix, Microsoft Azure, Fujitsu Global Cloud Platform und Oracle Cloud Platform. Jedoch finden sich auch vergleichsweise kleine Unternehmen unter den PaaS-Anbietern, wie das deutsche Unternehmen Dogado mit seiner Jelastic Cloud Hosting Platform. Zwar bietet PaaS gegenüber dem Client-Server-Modell die selben Vorteile wie SaaS, jedoch ist es weniger flexibel als SaaS, da Betriebssystem und Laufzeitumgebung in den Aufgabenbereich des Cloud-Anbieters fallen.

Das BaaS-Modell geht noch einen Schritt weiter und verringert den Arbeitsaufwand für Kunden deutlich, indem alle Aufgaben, abgesehen von der eigentlichen Anwendungsentwicklung, vom Cloud-Anbieter übernommen werden. BaaS setzt die geringsten Anforderungen für Entwickler und ermöglicht eine Fokussierung auf die Entwicklung der Anwendung, weshalb es sich hervorragend für kleine

Softwaredienstleister oder selbständige Entwickler eignet. Zu den größten BaaS-Anbietern zählen Oracle Cloud, kumulos, Kinvey, Microsoft Azure, Amazon AWS, backendless, cloudboost und Firebase, kii.

Die meisten BaaS-Anbieter stellen folgende Funktionen zu Verfügung: Datenbanken, Cloud-Speicher, Push-Benachrichtigungen, Benutzerauthentifizierung, objektorientierte Programmstrukturen sowie Nutzungsanalysen. Das BaaS-Modell hat jedoch auch Nachteile. Diese liegen vor allem im Einsatz proprietärer Software, wie zum Beispiel bei den verwendeten Datenbanksystemen. Während Open Source-Datenbanken wie MySQL oder MongoDB weit verbreitet und gut dokumentiert sind, stellen BaaS-Anbieter meist eigene Datenbanksysteme zur Verfügung, die zwar oft starke Ähnlichkeiten mit klassischen SQL- oder noSQL-Datenbanken aufweisen, sich in ihrer Anwendung und Funktionsweise jedoch unterscheiden. Eine gewisse Einarbeitungszeit der Entwickler ist unumgänglich, was eine vollständige und verständliche Dokumentation der vom Cloudanbieter zu Verfügung gestellten Funktionen voraussetzt. Durch den Einsatz proprietärer Software entsteht außerdem eine Abhängigkeit vom Cloud-anbieter. Während ein Umzug des Systems bei IaaS und PaaS grundsätzlich möglich ist, da alle anwendungsrelevanten Funktionen im Aufgabenbereich des Cloud-Kunden liegen, bedarf der Umzug einer Anwendung von einem BaaS-Anbieter zu einem anderen erheblicher Entwicklungs- und Migrationsaufwände. Die durch den Einsatz eines BaaS entstehenden Kosten können je nach Anwendungsfall auch als Nachteil ausgelegt werden. Da die meisten BaaS-Anbieter ein Pay-As-You-Go-Bezahlmodell einsetzen, bei dem für jede verwendete Funktion, wie zum Beispiel einer Datenbank oder eines Cloudspeichers, Kosten abhängig von der Nutzungsintensität entstehen, sind generelle Aussagen zu den entstehenden Kosten schwer zu treffen. Diese müssen je nach Anwendungsfall kalkuliert werden, sie mit den Kosten einer klassischen Softwareumgebung vergleichbar machen zu können.

Als letztes cloudbasiertes Servicemodell ist das SaaS-Modell zu nennen. Beispiele für SaaS-Anbieter sind Dienste wie Google Docs, Dropbox oder Salesforce. Das SaaS-Modell richtet sich direkt an Endanwender, da es bereits eine Anwendung beinhaltet. Als Systemumgebung für eine Anwendungsentwicklung ist

dieses Modell somit nicht geeignet. Zusammenfassend betrachtet lässt sich festhalten, dass der gesamte Markt cloudbasierter Servicemodelle von den großen Playern der IT-Branche dominiert wird. Diese bieten meist nicht nur IaaS an, sondern decken oft auch PaaS- und BaaS-Modelle ab. IaaS und PaaS sind zwar flexibler, verursachen jedoch ähnlich hohe Aufwände wie klassische Systemumgebungen. Aus diesem Grund bietet sich ein BaaS als mögliche System- und Entwicklungsumgebung für die zu entwickelnde Lernanwendung an. Wie bereits beschrieben, sollte der Einsatz eines BaaS und vor allem die durch ihre Verwendung entstehenden Kosten mit den Kosten einer herkömmlichen Architektur je nach Anwendungsfall verglichen werden. In der Tabelle 5.3 wird deshalb das BaaS-Modell mit einem klassischen LAMP- sowie MEAN- und WISA-Stack verglichen. Die Vergleichskriterien sind Kosten, die durch Einrichtung, Betrieb und Wartung entstehen, sowie die im Lastenheft spezifizierten Anforderungen für die Produkt-Leistungen.

	BaaS	LAMP	MEAN	WISA
Betriebskosten	hoch	sehr niedrig	niedrig	hoch
Einrichtungs-kosten	keine	hoch	hoch	hoch
Performance	hoch und skalierbar	Hardware-abhängig	Hardware-abhängig	Hardware-abhängig
Zuverlässigkeit	ohne Mehraufwand	mit Mehraufwand	mit Mehraufwand	mit Mehraufwand
Datenumfang	skaliert automatisch	skaliert nicht automatisch	skaliert nicht automatisch	skaliert nicht automatisch

Tabelle 4: Vergleich von BaaS, LAMP, MEAN und WISA

Die Anforderungen an die Performance sind eine Ausführung von Benutzeraktionen in angemessener Zeit sowie die Vermeidung einer schlechten Performance, vor allem in Prüfungssituationen. Die Performance von LAMP-, MEAN-, und WISA-Stack ist abhängig von der vom Webhoster, beziehungsweise Serveranbieter, verwendeten Hardware sowie der Wartungsqualität der serverseitigen Software. Die Zuverlässigkeits-Anforderung setzt eine Verfügbarkeit von 100

Prozent voraus. Die genannte Zahl von bis 10.000 Nutzern pro Jahr ist in Anbetracht der Marktanalyse als äußerst optimistischer Bestfall anzusehen, sollte jedoch von der Hardware eines durchschnittlichen Webhosting-Anbieters zu bewältigen sein. Der zu speichernde Datenumfang ist äußerst gering, da außer dem Fragenkatalog und dazugehörigen Abbildungen nur Benutzerdaten und die dazugehörigen Lernfortschritte gespeichert werden müssen. Die Einrichtungskosten fallen bei einer BaaS weg. Eine Registrierung per E-Mail ist meistens ausreichend, um eine Betriebsumgebung einzurichten. LAMP-, MEAN-, und WISA-Stacks, die die gewünschte Anforderung an die Produktleistungen erfüllen, haben hingegen vergleichsweise hohe Einrichtungskosten. Um die gewünschte Performance und Zuverlässigkeit zu garantieren, müssen Ausfallsicherheit ermöglichende Systeme wie zum Beispiel ein Galera-Cluster eingerichtet werden. Auf ein erhöhtes Nutzeraufkommen muss außerdem eventuell manuell durch einen Systemadministrator reagiert werden. Während bei den Vergleichskriterien Einrichtungskosten, Performance, Zuverlässigkeit und Datenumfang die Ergebnisse für LAMP-, MEAN-, und WISA-Stack identisch sind, unterscheiden sie sich bei den Betriebskosten deutlich. Für ein LAMP-Stack sind, wie für ein MEAN-Stack auch, keine Lizenzkosten zu zahlen, da alle Komponenten Open-Source sind. Die Ausführung eines Node-Servers und einer nichtrelationalen Datenbank unterstützen jedoch nur wenige Webhosting-Anbieter direkt. Um ein MEAN-Stack zu betreiben, ist meist ein eigener dedizierter Server oder eine virtuelle Maschine notwendig, was zu erhöhten Kosten gegenüber dem LAMP-Stack führt. Die Betriebskosten eines WISA-Stacks sind nicht gering, da jährlich hohe Lizenzkosten zu zahlen sind. Ebenfalls hoch können die Betriebskosten eines BaaS-Modells sein. Jedoch ist die Höhe der Kosten abhängig vom Ressourcenverbrauch, was gerade für Anwendungen mit kleinerem oder mittlerem Ressourcenverbrauch vorteilhaft ist. Eine BaaS bietet im Vergleich zu einem klassischen Server-Stack eine optimale Performance und Zuverlässigkeit ohne Mehraufwände. Eine BaaS erfüllt die Produktanforderungen des Lastenheftes am besten und hat keine Einrichtungs- und Wartungskosten. In Anbetracht dieser Vorteile und eines niedrigen zu erwartenden Datenaufkommens wird das Backend-as-a-Service Modell deshalb als Systemumgebung für die Lernanwendung ausgewählt.

In der Tabelle 5.3 werden die Vor- und Nachteile von ausgewählten BaaS-Anbietern verglichen.

Anbieter	Preisgestaltung	Vorteile	Nachteile
kumulos	ab 50\$ pro Monat Pay-As-You-Go	speziell für mobile Anwendungen	teuer
Kinvey	Grundkontingent 2000\$/Monat	speziell für mobile Anwendungen	nur kostenlos bis 100 User, danach extrem teuer
Amazon AWS	Grundkontingent Pay-As-You-Go	gut skalierbar A/B-Tests	hohe Komplexität
Microsoft Azure	Pay-As-You-Go	gut skalierbar	hohe Komplexität
Oracle Cloud	Pay-As-You-Go	Blockchain gut skalierbar	hohe Komplexität
Google Firebase	Grundkontingent Pay-As-You-Go	Realtime Database Gute Dokumentation optimiert für mobile Anwendungen	teuer bei extrem starkem Ressourcenverbrauch
Kii	Pay-As-You-Go	A/B-Tests Internet Of Things Interaction Framework	keine Preisangabe

Tabelle 5: Übersicht von BaaS Anbietern für Mobile- und Web-Apps

Die in Tabelle 5.3 aufgeführten BaaS-Anbieter nutzen fast alle ein Pay-As-You-Go-Bezahlmodell. Dabei richtet sich der monatlich zu zahlende Preis nach dem gemessenem Ressourcenverbrauch, der zum Beispiel durch Datenbankabfragen, Authentifizierungen oder übertragene Dateien entsteht. Firebase, Kii, Kinvey und Amazon bieten für einige Funktionen ein kostenloses Grundkontingent an. Grundlegende Funktionen, die alle Anbieter bereitstellen, sind Datenbanken, Cloudspeicher und Nutzerauthentifizierung. Je nach Anbieter stehen relationale SQL- oder unstrukturierte noSQL-Datenbanken zu Verfügung. Die meisten Anbieter haben auch Push-, Email- und SMS-Benachrichtigungen und serverlose Cloud-Funktionen im Angebot. Auch Diagnose- und Analysetools stellen fast alle Anbieter zu Verfügung. Wegen seiner guten Dokumentation und einer Realtime-Datenbank, die eine Geräte-übergreifende Synchronisierung in

Echtzeit ermöglicht, wird Google Firebase als BaaS-Anbieter ausgewählt.

6 Umsetzung

6.1 Firebase Realtime Database

Die Firebase Realtime Database ist eine Cloud-gehostete NoSQL-Datenbank. Daten werden als JSON gespeichert und in Echtzeit mit jedem verbundenen Client synchronisiert. Die Daten werden lokal gespeichert. Wenn das Gerät wieder eine Verbindung herstellt, synchronisiert die Echtzeitdatenbank die lokalen Datenänderungen mit den Remote-Updates, die während der Offline-Zeit aufgetreten sind, und führt Konflikte automatisch zusammen. Um auf die Datenbank zugreifen zu können, muss das Firebase-SDK in die Anwendung eingebunden werden. Firebase bietet grundsätzlich zwei verschiedene Zugriffsmöglichkeiten auf die Datenbank an. Eine Auswahl verschiedener JavaScript-Funktionen ermöglicht eine schnelle und einfache Anbindung an die Datenbank. Eine weitere Möglichkeit des Datenbankzugriffs ist die Verwendung von Representational State Transfer (REST). REST ist eine Reihe von Einschränkungen und Eigenschaften basierend auf HTTP. REST-konforme Webdienste ermöglichen eine Interoperabilität zwischen Computersystemen im Internet. Eine REST-API basiert auf den HTTP-Anfragemethoden GET, POST, UPDATE und DELETE, die an definierte URL-Endpunkte gesendet werden. Die Antwort einer Anfrage an eine REST-API enthält immer einen HTTP Statuscode. Eine GET-Anfrage an die beispielhafte URL <https://example.org/resources/> liefert eine Liste aller Inhalte, die unter diesem Endpunkt zu erreichen sind mit dem Statuscode 200. Eine DELETE-Anfrage an die URL <https://example.org/resources/resource3> löscht den entsprechende Eintrag. Für das Backend der Anwendung wird die REST-API verwendet, um eine schnelle Entwicklung zu ermöglichen. Da für die meisten Funktionen der Lernanwendung, abgesehen vom Update des Lernstatus und der Einstellungen der Lernanwendung, nur Lesezugriffe notwendig sind, wird hier keine REST-API zur Datenkommunikation verwendet, sondern es kommen die von Firebase zur Verfügung gestellten Funktionen zum Einsatz. Um einen missbräuchlichen Einsatz der Anwendung zu verhindern, müssen die Daten vor einem unautorisiertem Zugriff geschützt werden.

Die Firebase Realtime Database bietet eine flexible, ausdrucksbasierte Regelsprache, um Lese- und Schreibzugriffe auf die Daten zu definieren. Die Regeln werden in einer JSON-Datei festgelegt. Nachfolgend sind beispielhaft die Regeln für den Datenbankzugriff auf die Benutzer- und Fragedaten dargestellt.

```
"rules": {
  "questions": {
    ".write": "root.child('users').child(auth.uid).child('author')
      .val() == true",
    ".read": "auth != null"
  },
  "users": {
    "$uid": {
      ".read": "auth != null && auth.uid == $uid || root.child('
users').child(auth.uid).child('admin').val() == true",
      ".write": "auth != null && auth.uid == $uid || root.child
('users').child(auth.uid).child('admin').val() == true",
    }
  }
}
```

Für jede in der Datenbank gespeicherte Struktur lassen sich Lese- und Schreibberechtigungen festlegen. Die unter „questions“ festgehaltenen Regeln bewirken, dass nur authentifizierte Nutzer Daten lesen können. Um Fragen zu verändern, muss der Benutzer Autoren-Rechte besitzen. Daten, die unter „users“ gespeichert werden, können nur vom betreffenden Nutzer selber eingesehen und verändert werden.[22]

6.2 Abhängigkeitsverwaltung und Module Bundling

Bei der Betrachtung der ausgewählten Technologien wird ersichtlich, dass eine moderne Anwendungsentwicklung ohne die Nutzung von verschiedenen Frameworks nicht möglich ist. Jedes Framework basiert wiederum auf weiteren Abhängigkeiten in Form von weiteren Frameworks und Softwarebibliotheken.

Diese Abhängigkeiten können viele Ebenen tief sein und stellen Entwickler vor eine große Hürde. Theoretisch ist es möglich, dass das Update einer Komponente die Funktionalität der gesamten Anwendung gefährdet. Arbeiten mehrere Entwickler an einem Projekt, muss sichergestellt werden, dass alle Entwickler die selben Versionen von Frameworks und Softwarebibliotheken verwenden, da es sonst beim Zusammenführen des von ihnen erzeugten Codes zu Problemen kommen kann. Um diese Abhängigkeiten zu verwalten, wird der node package manager (npm) verwendet. Npm ist ein Paketmanager für die Programmiersprache JavaScript und der Standard-Paket-Manager für die JavaScript-Laufzeitumgebung Node.js. Es besteht aus einem Kommandozeilen-Client und einer Online-Datenbank, genannt npm-Registry. Soll eine Bibliothek oder ein Framework verwendet werden, kann es über einen Befehl in der Kommandozeile installiert werden. Npm installiert automatisch die benötigten Abhängigkeiten, die für diese Bibliothek notwendig sind. Die zu installierenden Dateien werden im Ordner „node modules“ im Root-Verzeichnis des Projekts gespeichert. Nach der Installation wird automatisch ein Eintrag der verwendeten Bibliothek sowie ihrer Versionsnummer in die Datei package.json, ebenfalls im Rootverzeichnis des Projektes, geschrieben. Arbeiten mehrere Entwickler zusammen an einem Projekt, muss nur die package.json Datei ausgetauscht werden, um sicherzustellen, dass alle Entwickler die selben Versionsnummern von Abhängigkeiten einsetzen.[23] Der Einsatz von npm bringt jedoch auch Nachteile mit sich. Oft wird nicht die komplette Software-Bibliothek, sondern nur bestimmte Funktionen dieser Bibliothek gebraucht. Bei der Installation über npm kann dies jedoch nicht berücksichtigt werden, was dazu führt, dass der „node modules“-Ordner eine Speichergröße besitzt, die für die Übertragung über das Internet ungeeignet ist. Eine Größe des „node modules“ Ordners von mehreren hundert Megabyte ist bei der Entwicklung einer Web-Anwendung schnell erreicht und beim Laden der Anwendung müsste jede Datei einzeln übertragen werden, was einen produktiven Einsatz der Anwendung quasi unmöglich machen würde. Aus diesem Grund kommen sogenannte Module Bundler zum Einsatz. Sie ermöglichen es, Codefragmente unter Berücksichtigung ihrer Abhängigkeiten zu gruppieren. Statt unzähliger Dateien mit einer Gesamtgröße von hunderten Megabytes erstellt der Module Bundler eine, oder je nach Einstellung, mehrere Dateien mit eine

Gesamtgröße von wenigen Megabytes, die alle benötigten Funktionen und deren Abhängigkeiten beinhalten. [24]

6.3 Administrationsbereich

Für die Entwicklung des Backends zum Verwalten von Fragen, Prüfungen und Benutzerrechten gelten die Anforderungen zur Offline-Funktionalität nicht, weshalb seine Entwicklung getrennt von der Lernanwendung geschieht. Um den Entwicklungsprozess zu beschleunigen, wird ein bereits fertig entwickeltes Frontend verwendet, das sich an alle REST-konformen APIs anbinden lässt. Wie bereits im Kapitel „Datenbankmodell und -Anbindung“ erläutert, unterstützt REST die HTTP-Methoden GET, POST, PUT und DELETE. Somit können alle im Lastenheft geforderten Bearbeitungsfunktionen umgesetzt werden. Als Frontendlösung wird das Framework „admin-on-rest“ verwendet, das von der französischen Firma marmelab entwickelt wurde und auf github dank einer MIT-Lizenz kostenlos erhältlich ist. Admin-on-rest basiert auf React und Googles Material Design und bietet eine Reihe gängiger Funktionen für Administrationsbereiche wie Listen- und Detailansichten sowie Such- und Filterfunktionen. Die Abbildungen 11, 12, 13 und 14 zeigen Screenshots des Login-Bereichs, die Listenansicht der Fragen und das Formular zum Erstellen von Fragen.

Abbildung 11: Screenshot Login-Formular Admin

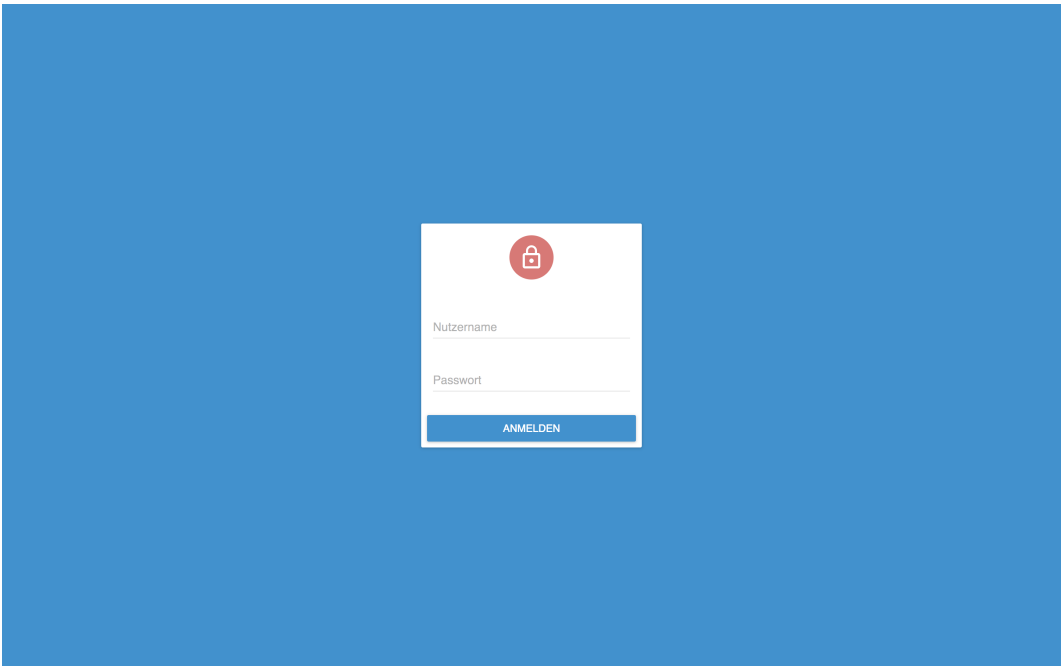


Abbildung 12: Screenshot Listenansicht

PARABOOK

THEORIE COACH

Admin

Dashboard

Fragen

Kapitel

Kurse

Benutzer

Prüfungen

Abmelden

Fragen des Kurses

+ ERSTELLEN

AKTUALISIEREN

Kapitel

Kurs

Fragen durchsuchen

FRAGE	KURS	KAPITEL			
Druckausgleichsöffnungen (Crossports)	A-Lizenz	Sicherheit			
Was versteht man unter Ripstop-Gewebe?	A-Lizenz	Hangstart			
Das am häufigsten verwendete Tuchmaterial beim Gleitschirm ist	A-Lizenz	Hangstart			
Wie bezeichnet man den vordersten Teil der Gleitschirmkappe, an welchem sich die Öffnungen befinden?	A-Lizenz	Hangstart			
Die Lastverteilung auf die Leinen der einzelnen Leinenebenen im Flug ist	A-Lizenz	Sicherheit			
Ober- und Untersegel des Gleitschirms	A-Lizenz	Hangstart			
Wie kontrolliert der Pilot, ob er die Höchstgeschwindigkeit seines Gleitschirms erfliegen kann?	A-Lizenz	Hangstart			
Abbildung 31: Wie bezeichnet man die Punkte 6 und 7 in der Abbildung?	A-Lizenz	Sicherheit			
Wie bezeichnet man die Punkte 4 und 5 in der Abbildung?	A-Lizenz	Sicherheit			
Welche Zahl bezeichnet den Tragegurt auf der Abbildung, der für das Manöver Ohrenanliegen vorgesehen ist?	A-Lizenz	Hangstart			

1-10 von 61

1

2

...

7

WEITER >

Abbildung 13: Screenshot Fragen erstellen/bearbeiten

PARABOOK
THEORIE COACH

Admin

Dashboard

Fragen

Kapitel

Kurse

Benutzer

Prüfungen

Abmelden

"Wie bezeichnet man die Punkte 1 und 2 in der Abbildung?"

BEARBEITEN LISTE LÖSCHEN AKTUALISIEREN

FRAGE

ÄNDERUNGSVERLAUF

1 = Obersegel 2 = Untersegel
1 = Untersegel 2 = Obersegel
1 = Eintrittskante 2 = Austrittskante
1 = Oberliek 2 = Unterliek

korrekte Antwort

a

Kurs

A-Lizenz

Kapitel

Windenstart

SPEICHERN

Abbildung 14: Screenshot Prüfung erstellen

PARABOOK
THEORIE COACH

Admin

Dashboard

Fragen

Kapitel

Kurse

Benutzer

Prüfungen

Abmelden

Exam erstellen

LISTE

Flugschule

Sky-Team

Kurs

A-Lizenz

Date *

20.4.2018

Time(hours, mins.) *

15:15

X

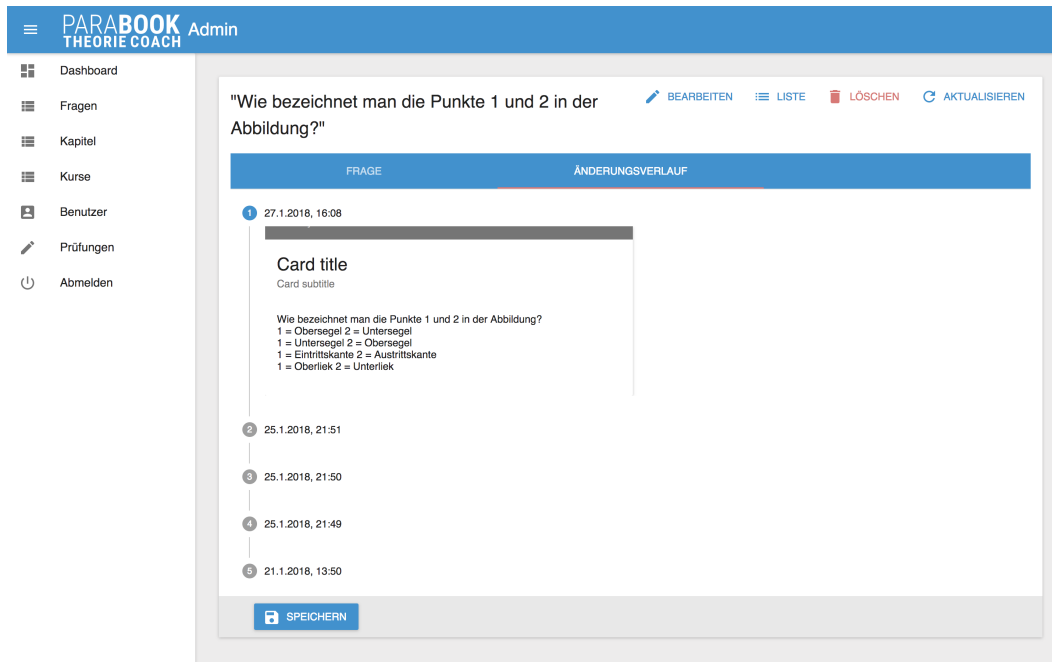
Teilnehmer

technik@evival.net X

jens.bredigkeit@gmx.de X

SPEICHERN

Abbildung 15: Screenshot Änderungsverlauf



6.4 Lernanwendung

Abbildungen 16, 17, 18, 19 und 20 zeigen Screenshots des aktuellen Entwicklungsstands der Lernanwendung.

Abbildung 16: Screenshot Login

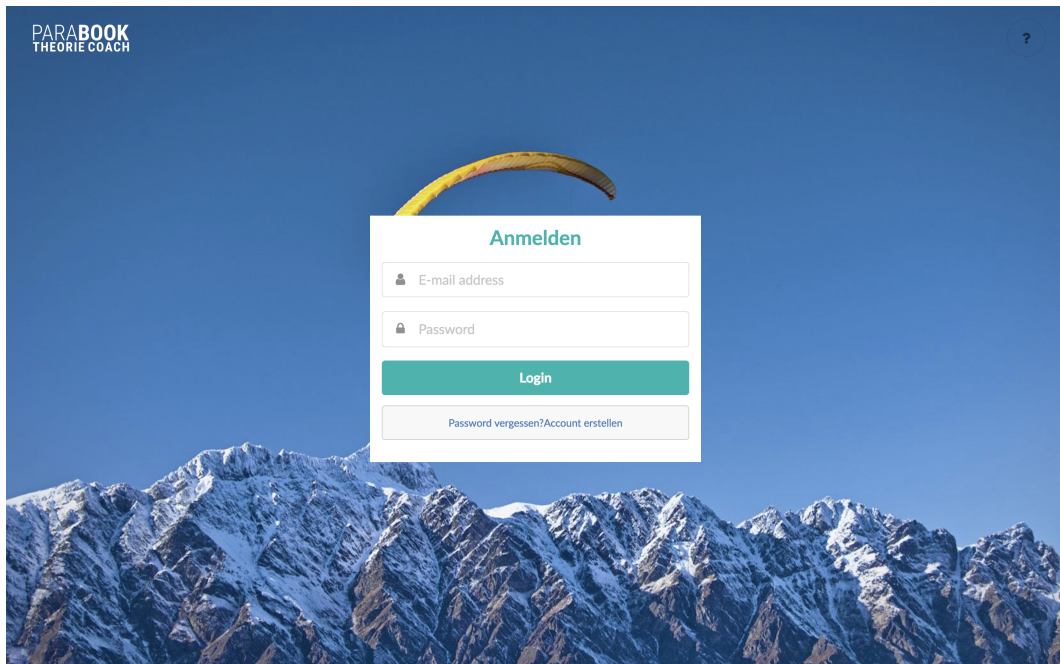


Abbildung 17: Screenshot Dashboard

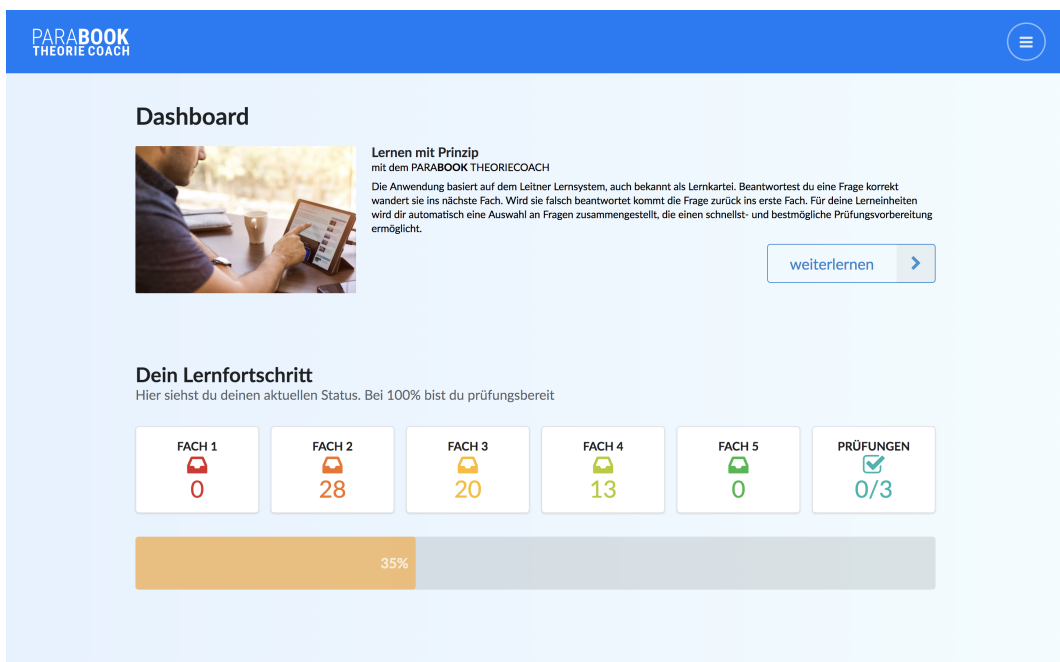


Abbildung 18: Screenshot Navigation

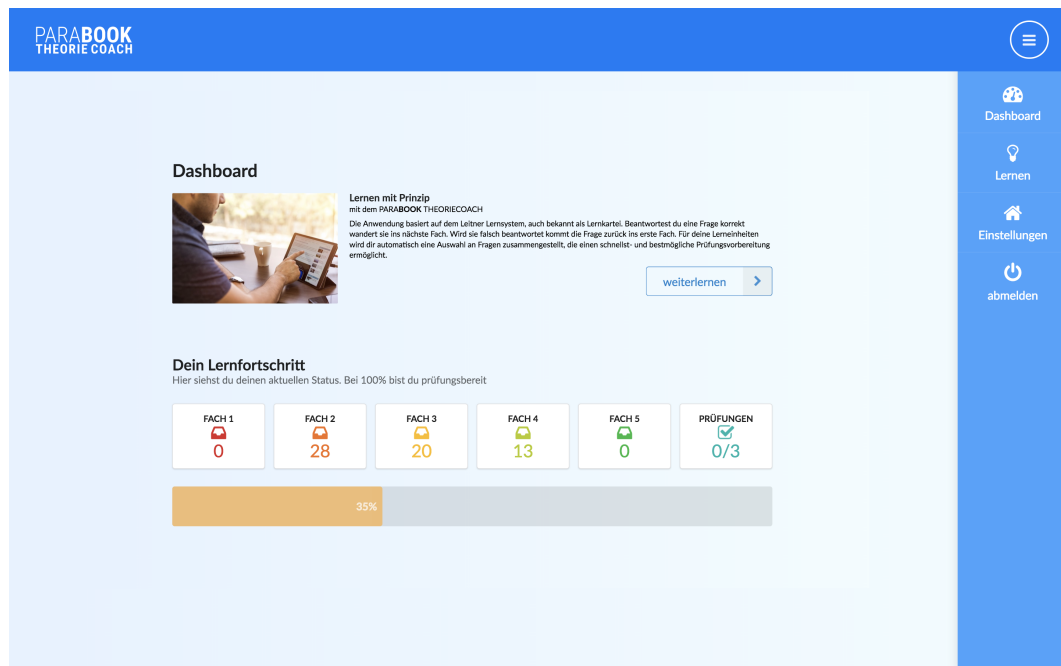


Abbildung 19: Screenshot Lernmodus

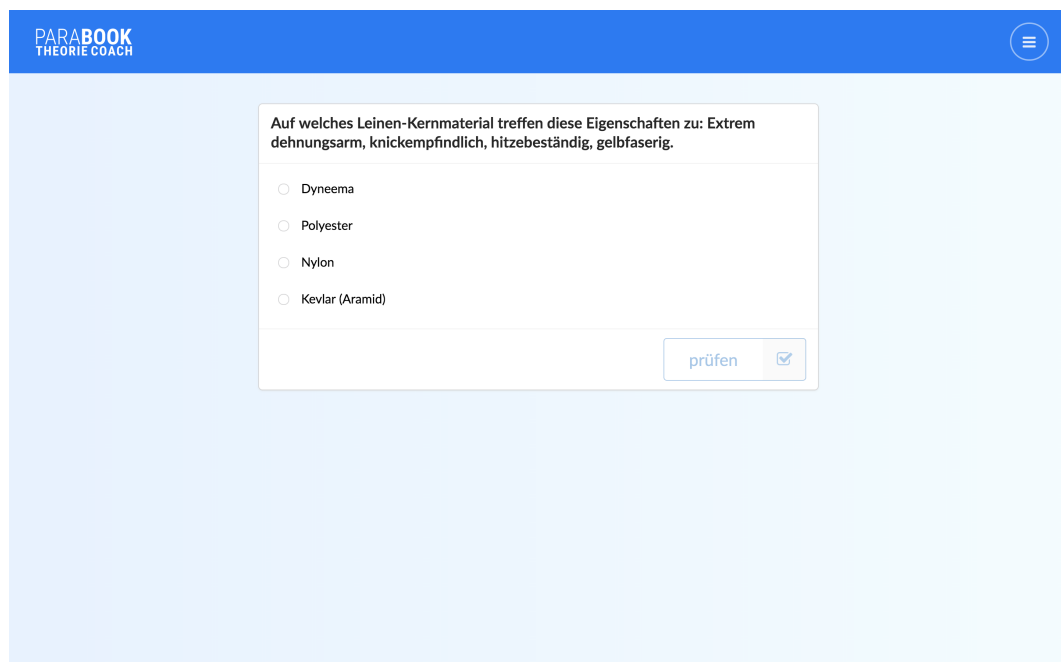


Abbildung 20: Screenshot Einstellungen

PARABOOK
THEORIE COACH

APP EINSTELLUNGEN

Ausbildung: A-Lizenz
Anzahl der Fächer: 5
Fragen pro Durchgang: 50

speichern

ACCOUNT EINSTELLUNGEN

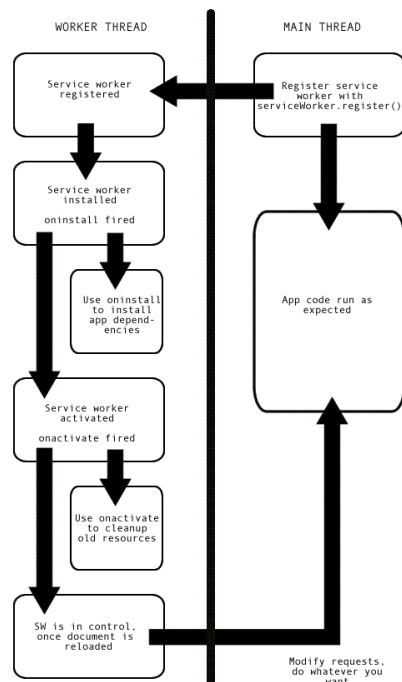
Deine E-Mail Adresse: mail@gojens.de
Lizenz läuft ab am: 25.04.2019

Passwort ändern | Email Adresse ändern | Lernfortschritt zurücksetzen | Account löschen

6.5 Progressive Web-App

Wie bereits beschrieben, können Progressive-Web-Apps als Web-Apps mit erweitertem Funktionsumfang angesehen werden. Um diesen erweiterten Funktionsumfang nutzen zu können, benötigt man einen Service-Worker und eine Manifest-Datei. Technisch gesehen stellen Service-Worker ein Netzwerk-Proxy im Webbrowser bereit, um die HTTP-Anfragen zu verwalten. Der Service-Worker befindet sich zwar aus technischer Sicht auf der Anwendungsschicht des OSI-Modells, stellt jedoch eine Brücke zwischen Netzwerk und Gerät dar. Durch eine effiziente Nutzung von Cache-Mechanismen ermöglicht er ein fehlerfreies Verhalten auch in Offline-Perioden. Um einen Service-Worker zu verwenden, muss dieser per JavaScript im Browser registriert werden. Abbildung 21 stellt den Ablauf der Registrierung eines Service-Workers dar.

Abbildung 21: Funktionsweise eines Service-Workers



Quelle: https://developer.mozilla.org/de/docs/Web/API/Service_Worker_API/Using_Service_Workers

Die Service-Worker-URL wird über die Funktion „`serviceWorker.register()`“ abgerufen und registriert. Bei erfolgreicher Registrierung kann der Service-Worker in einem globalen Scope ausgeführt werden. Wenn der `oninstall`-Handler abgeschlossen ist, gilt der Service-Worker als installiert. Nach der Aktivierung werden Ressourcen, die in früheren Versionen eines Service Worker-Skripts verwendet wurden, bereinigt.[25] Der Service-Worker kann nun die Seiten steuern, die nach seiner Registrierung geöffnet wurden. Neben dem Service-Worker wird auch eine Manifest-Datei benötigt, um alle Vorteile einer PWA zu nutzen. Die Manifest-Datei ist eine JSON-Datei, die im Header des HTML Dokumentes verlinkt wird. Ihr Aufbau und Inhalt wird am folgenden Beispiel erläutert.

```

{
  "name": "ParaBook Theoriecoach",
  "short_name": "Theoriecoach",
  "icons": [
    {
      "src": "favicon.ico",
      "sizes": "192x192",
      "type": "image/png"
    }
  ],
  "start_url": "./index.html",
  "display": "fullscreen",
  "theme_color": "#428bca",
  "background_color": "#ffffff",
  "description": "Eine App fuer Gleitschirmflieger zur
    Vorbereitung auf Theoriepruefungen"
}

```

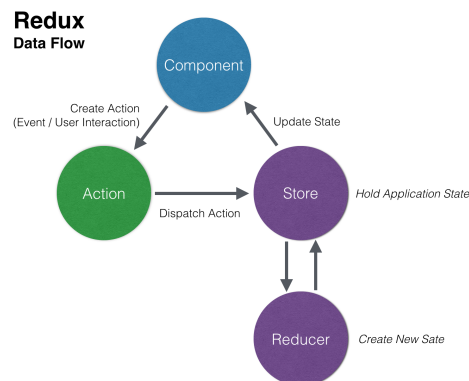
Zunächst wird in der Manifest-Datei der Name der Anwendung festgelegt. Durch Angabe eines „short_name“ kann ein Name gewählt werden, der angezeigt wird, wenn nicht genügend Platz vorhanden ist, um den vollständigen Namen anzuzeigen, wie zum Beispiel unter dem Homescreen-Icon. Das Icons-Array ermöglicht es, App-Icons in unterschiedliche Größen festzulegen. Die Start-URL gibt an, welche URL geladen wird, wenn ein Benutzer die Anwendung von einem Gerät startet. „Display“ definiert wie die Anwendung angezeigt werden soll. Zur Auswahl stehen fullscreen, standalone, minimal-ui und browser. Bei „display“ wird der gesamte verfügbare Displaybereich verwendet und kein User agent angezeigt. Dies vermittelt dem Nutzer das Gefühl, eine richtige App und keine Website zu verwenden. Im standalone-Modus schließt der User-Agent UI-Elemente zum Steuern der Navigation aus, kann aber auch andere UI-Elemente wie eine Statusleiste enthalten. Bei „minimal-ui“ besitzt die Anwendung einen minimalen Satz von UI-Elementen zur Steuerung der Navigation. Die UI-Elemente variieren je nach verwendetem Webbrowser. „Browser“ ist die Voreinstellung und öffnet die Anwendung in einem herkömmlichen Browser-Fenster oder -Tab. Mittels Theme- und Background-Color lassen sich die Standardthemafarben für eine Anwen-

nung festlegen. Unter „Description“ kann eine Beschreibung der Anwendung angegeben werden.[26]

6.5.1 State Management und Virtual DOM in React

Wie bereits erwähnt, stellt die Model-View-Controller (MVC)-Architektur sicher, dass die Anwendung strukturiert aufgebaut ist. Im Allgemeinen ist der Datenfluss in einer Web-Anwendung bidirektional. Die Benutzereingabe in einer Komponente kann andere Komponenten beeinflussen und umgekehrt. Die Steuerung des Datenflusses ist komplex und die Aktualisierung aller UI-Komponenten im Document Object Model (DOM), auch Dom-Manipulation genannt, rechenaufwändig. React und eine State-Management Library wie Redux helfen, diese Probleme zu lösen. Durch Redux wird ein zentraler Datenspeicher (Store) in die Anwendung integriert. Der Store enthält den Status der Anwendung und ist die „single source of truth“. Eine an den Redux-Store angebundene UI-Komponente muss nicht manuell synchronisiert werden. In der nachfolgenden Abbildung 22 wird die Funktionsweise von Redux in einem Flussdiagramm dargestellt.

Abbildung 22: Redux State Management



Quelle: <https://medium.com/codingthesmartway-com-blog/learn-redux-introduction-to-state-management-with-react-b87bc570b12a>

Redux besteht aus den drei Teilen Action, Store und Reducer. Wenn in einer React-Komponente eine Interaktion von einem User ausgelöst wird, wird eine Redux-Action aufgerufen. Die Action wird anschließend an den Reducer weitergegeben, welcher schließlich die entsprechenden Änderungen am Store durchführt. Sobald eine Änderung am Store geschieht, erhalten alle an den Store angebotenen Komponenten den neuen State als Properties (props).[27] Eine React-Komponente ist in ihrer simpelsten Form eine einfache JavaScript-Funktion, wie zum Beispiel die folgende.

```
function Foo (props) {  
  // gibt ein DOM ELEMENT zurueck:  
  return <p>{props.foo}</p>;  
}  
// FOO-Element rendern  
ReactDOM.render(<Foo />, mountNode)
```

Die Funktion Foo() gibt ein Paragraph-Element zurück, das seinen Inhalt aus den properties (props) bezieht. Mit ReactDOM.render() wird das FOO-Element gerendert. Die Manipulation des DOM ist das Herzstück des modernen, interaktiven Webs. Jedoch ist es auch viel langsamer als die meisten JavaScript-Operationen

und die meisten JavaScript-Frameworks aktualisieren das DOM viel mehr, als nötig wäre. Ein Beispiel: Eine Website stellt eine Liste mit zehn Checkboxes dar. Wird die erste Checkbox angeklickt, würden die meisten Frameworks die gesamte Liste neu rendern, obwohl sich nur ein Element verändert hat. Der Wiederaufbau einer einzigen Liste ist für einen modernen Webbrowser leicht zu bewerkstelligen. Moderne Websites und Web-Anwendungen können jedoch riesige Mengen an DOM-Manipulationen erfordern. Um diese ineffiziente Aktualisierung der Benutzeroberfläche durch das DOM zu optimieren, entwickelte das Unternehmen Facebook das Framework React, welches ein so genanntes "virtuelles DOM-Objekt" verwendet. Virtuelle DOM-Objekte sind Repräsentationen eines DOM-Objekts, das die gleichen Eigenschaften wie ein echtes DOM-Objekt hat, mit dem Unterschied, dass sie nicht ändern, was auf dem Bildschirm zu sehen ist. Virtuelle DOM-Manipulationen sind deshalb viel schneller als Dom-Manipulationen. Wenn in einer React-Anwendung ein Teil der Benutzeroberfläche aktualisiert werden muss, wird jedes einzelne virtuelle DOM-Objekt aktualisiert. Was zunächst ineffizient klingt, ist bezogen auf den Rechenaufwand unbedeutend, weil das virtuelle DOM sehr schnell aktualisiert werden kann. Wenn das virtuelle DOM aktualisiert wurde, vergleicht React das virtuelle DOM mit einem virtuellen DOM-Snapshot, der unmittelbar vor der Aktualisierung erstellt wurde. Durch den Vergleich des neuen virtuellen DOM-Snapshots mit dem vorherigen Snapshot kann React genau ermitteln, welche virtuellen DOM-Objekte sich geändert haben. Dieser Prozess wird Diffing genannt. Wenn das Diffing abgeschlossen ist, aktualisiert React die verändert Objekte im realen DOM. Im oben genannten Beispiel würde also nur noch die erste Checkbox im DOM aktualisiert werden müssen. [28]

6.5.2 Implementierung des Leitner-Systems

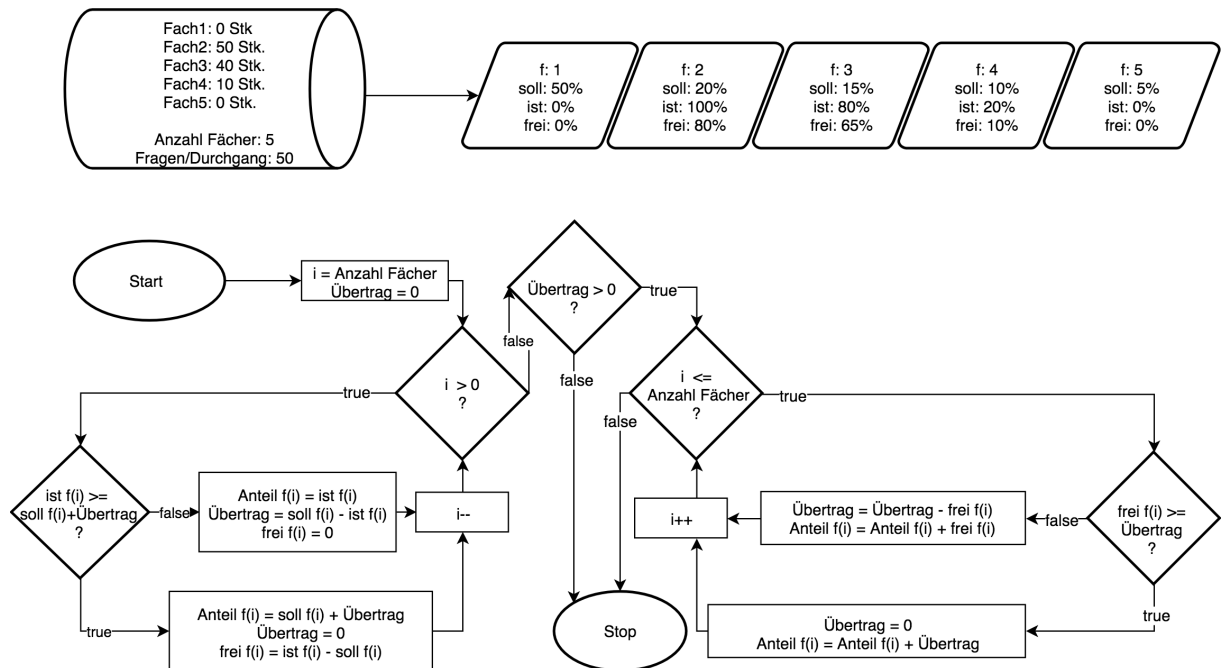
Eine Lernkartei ist ein häufig verwendetes Hilfsmittel, um systematisches Lernen zu ermöglichen. Die der Lernkartei zugrundeliegende Methodik wurde von dem deutschen Publizisten Sebastian Leitner entwickelt und 1973 in seinem Buch „Lernen lernen“ vorgestellt.[29] Im Folgenden wird deshalb auch der Begriff

Leitner-System als Synonym für Lernkartei verwendet. Die Vorteile des Leitner-Systems liegen in der Förderung des Lernens im Langzeitgedächtnis. Durch regelmäßige Anwendung des Systems ist es dem Nutzer möglich, Informationen nicht nur kurzzeitig, sondern auch dauerhaft zu behalten. Eine Lernkartei eignet sich vor allem für Lernstoff, der möglichst wörtlich auswendig gelernt werden muss, wie zum Beispiel Vokabeln. Das System hilft nicht bei Verständnisproblemen des Lernstoffes und sollte deshalb nur begleitend zu einer anderen Unterrichtsform verwendet werden. Die Vorbereitungen, die für die Anwendung des Leitner-Systems notwendig sind, erfordern je nach Menge des Lernstoffes einen hohen zeitlichen Aufwand. Alle zu lernenden Vokabeln oder Fragen werden auf Karteikarten geschrieben. Auf der Rückseite der Karteikarten wird die korrekte Lösung notiert. Die klassische Variante der Lernkartei besteht aus einer Box mit drei Fächern. Zu Beginn liegen alle Karten im ersten Fach. Werden die Fragen korrekt beantwortet, wandern sie weiter ins nächst höhere Fach, bei einer falschen Antwort landen die Karten immer im ersten Fach. Leitners System setzt eine regelmäßige Anwendung voraus, da die Karten im Fach 1 täglich, die Karten im Fach 2 jeden zweiten Tag und die Karten im Fach 3 jeden vierten Tag wiederholt werden sollen. Um unnötigen Aufwand in Form einer Dokumentation des Lernzeitpunktes der Fragen zu vermeiden, lässt sich diese Staffelung auch anders erreichen. Bei jedem Lernvorgang werden alle Fragen aus Fach Nummer 1, die Hälfte der Fragen aus Fach Nummer 2 und ein Viertel der Fragen aus Fach Nummer 3 zufällig ausgewählt. Somit werden immer die Fragen verstärkt gelernt, die entweder noch nicht gelernt oder zuvor falsch beantwortet wurden. Diese Methode ist wesentlich effizienter, als Lernstoff immer listenweise zu wiederholen, da Fragen, die man bereits beherrscht, nicht unnötig oft wiederholt werden müssen. Durch die zufällige Auswahl wird außerdem sichergestellt, dass Fragen nicht nur im Kontext ihrer vorhergehenden oder nachfolgenden Fragen gemerkt werden. Wird zum Beispiel eine Liste mit Vokabeln immer in der gleichen Reihenfolge wiederholt, kann es sein, dass sich das Gehirn eine Vokabel nur im Zusammenhang mit der in der Abfolge benachbarten Vokabel merkt. Die zufällige Auswahl unterbindet diese ungewollten Eselsbrücken. Nachdem alle Fragen erfolgreich die Karteibox durchlaufen haben, kann der Anwender sicher sein, dass er oder sie alle Fragen in den letzten drei Durchgängen korrekt

beantwortet hat und die Lösungen nicht nur im Kurzzeitgedächtnis gespeichert sind. Ein weiterer Vorteil des Leitner-Systems ist, dass Nutzer beim Lernen ein Gefühl und eine optische Bestätigung dafür bekommen, wie hoch ihr Wissensstand ist. Dieses Gefühl für den Lernfortschritt kann nicht nur, aber vor allem für Personen mit Prüfungsängsten sehr hilfreich sein. Zusammenfassend lässt sich also festhalten, dass eine Lernkartei folgende Vorteile gegenüber einer unstrukturierten Lernmethodik aufweist: langfristiges Behalten des Lernstoffs, Zeitersparnis, messbarer Lernfortschritt. Der Nachteil des Leitner-Systems ist die aufwändige Vorbereitung. Die zu entwickelnde digitale Lernanwendung eliminiert diesen Nachteil jedoch, da die Nutzer die Fragen nicht selber in das System einpflegen müssen. Die digitale Abbildung des Leitner-Systems für die Paragliding-Ausbildung weist einige Besonderheiten auf, die bei der Umsetzung berücksichtigt werden müssen. So umfasst der Fragenkatalog der verschiedenen Ausbildungsarten mehrere hundert Fragen. Würden immer alle Fragen aus Fach Nummer 1 gewählt, hätte man zu Beginn sehr lange Durchgänge. Später, wenn alle Fragen aus Fach 1 korrekt beantwortet sind, wären die Durchgänge wesentlich kürzer, da laut Leitner die Anteile der pro Fach zu entnehmenden Fragen mit steigender Fachnummer sinken. Gewünscht ist aber eine konstante Anzahl von Fragen pro Durchgang, um Durchgänge von gleicher Lerndauer zu ermöglichen. Um diese Voraussetzung zu erfüllen, müssen die Anteile der aus den Boxen zu entnehmenden Fragen so gewählt werden, dass sie immer die gleiche Anzahl von Fragen ergeben. Abbildung 23 zeigt ein Flowchart einer Funktion, die genau diese Bedingung erfüllt.

Die Funktion in Abbildung 23 besitzt beispielhafte Werte für eine in fünf Fächer aufgeteilte Lernkartei mit 100 Fragen. Anders als in der klassischen Lernkartei, bei der in jedem Durchgang alle Fragen aus Fach 1 entnommen werden sollen, wird ein prozentualer Anteil für jedes Fach gewählt. In einer dreigliedrigen Karteibox lauten die Anteile 60%, 30%, und 10%. Bei 4 Fächern sind es 55%, 25%, 15%, 5% und bei 5 Fächern 50%, 20%, 15%, 10%, 5%. Das Flowchart zeigt für jedes Fach der Lernkartei einen Soll-, Ist- und Frei-Anteil. Der Ist-Anteil stellt die Anzahl von Fragen in einem Fach relativ zur Anzahl von Fragen pro Durchgang dar. Wenn der Ist-Anteil von Fragen in einem Fach kleiner ist als der zu entneh-

Abbildung 23: Flowchart Leitner-System



mende Soll-Anteil, entsteht ein Übertrag. Dieser Übertrag wird auf den Soll-Anteil des nächst kleineren Faches weitergegeben und vom Frei-Anteil abgezogen. Der Frei-Anteil ist die Differenz des Soll- und Ist-Anteils. Dieser Vorgang wird wiederholt, bis das Fach Nummer 1 erreicht ist. Gibt es bei diesem Fach keinen Übertrag, sind die Anteile fertig verteilt. Falls beim Fach Nummer 1 Überträge entstehen, wird erneut eine Schleife durchlaufen, aber dieses Mal in umgekehrter Reihenfolge, sprich von Fach 1 aufwärts. Dieser Schritt ist notwendig, um einen möglichen Übertrag an die höheren Fächer weiterzugeben. Ist in der zweiten Schleife das Fach Nummer 5 erreicht, sind die Anteile fertig berechnet. Für das dargestellte Beispiel ergeben sich folgende Ergebniswerte: das erste Fach erhält 0%, das zweite 70%, das dritte und das vierte jeweils 15% und das fünfte 0%. Die Funktion gewährleistet, unabhängig vom Lernzeitpunkt sowie von Anzahl und Aufteilung der Fragen in der Lernkartei, eine Entnahme einer festen Anzahl von Fragen pro Durchgang. Das Auswahlresultat der Funktion bildet gleichzeitig die gestaffelten Anteile der Leitner-Methodik bestmöglich ab.

6.6 Cloud Functions

Firebase Cloud-Funktionen ermöglichen die automatische Auslösung von Backend-Code, der in der Cloud gespeichert ist und in einer skalierbaren Umgebung ausgeführt wird. Cloud Functions können durch so genannte „Trigger“ in den einzelnen Firebase-Komponenten, wie der Datenbank, der Authentifizierung oder dem Cloudspeicher, oder durch HTTP-Anfragen ausgelöst werden. Sie werden in Node.js geschrieben und ermöglichen die Umsetzung von notwendigen Backend-Funktionen, wie der Benachrichtigung von Nutzern per E-Mail-, SMS- oder Push-Nachrichten, der Bereinigung und Wartung der Datenbank oder der Durchführung von rechenintensiven Aufgaben, wie dem Komprimieren von Bilddateien.[30] Im Rahmen der Umsetzung wurden die E-Mail Funktion und die Versionsverwaltung des Fragenkatalogs mit Cloud-Functions umgesetzt. Auch eine automatische Skalierung, Komprimierung und Formatumwandlung von Bilddateien, die über den Administrationsbereich hochgeladen wurden, wurde bereits getestet.

6.7 Testfälle und Bereitstellung

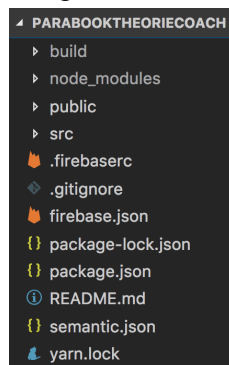
Das Testen einer mobilen Anwendung ist ein wichtiger Schritt im Entwicklungsprozess. Die Entwicklung einer Teststrategie, die sowohl manuelle als auch automatisierte Testverfahren beinhaltet, bedarf einer umfangreichen Vorbereitung sowie dem entsprechenden Know-How. Da noch nicht alle funktionalen Anforderungen des Pflichtenheftes umgesetzt wurden, ist die Durchführung von Testverfahren noch nicht sinnvoll. Eine Entwicklungsversion der Anwendung kann jedoch bereits auf Firebase Hosting über ein Content Delivery Network erreicht werden. Die Bereitstellung, im Englischen auch als Deployment bezeichnet, geschieht über das Firebase Command Line Interface (CLI), das mittels npm installiert werden kann. In einer JSON-Datei im Rootverzeichnis der Anwendung werden die benötigten Zugangsdaten eingetragen. Um die Anwendung in die Cloud hochzuladen oder eine ältere Version upzudaten, bedarf es nur der Eingabe des simplen Befehls „firebase deploy“ im CLI. Im Bereich "Hosting" der

Firebase-Administrationsbereiches befindet sich ein Update-Verlauf der Anwendung. Ein „Roll-Back“ zu einer älteren Version ist somit jederzeit möglich. Im Firebase-Administrationsbereich können außerdem eigene Top-Level-Domains aufgeschaltet werden. [31] Die Entwicklungsversion der Anwendung ist unter der URL „para-trainer.firebaseio.com“ erreichbar.

6.8 Verzeichnis Struktur

Abbildung 24 zeigt die Verzeichnisstruktur der Lernanwendung. Der Administrationsbereich befindet sich in einem eigenen Verzeichnis, dessen Struktur mit dem der Lernanwendung vergleichbar ist. Das Root-Verzeichnis der Lernanwendung

Abbildung 24: Struktur des Root-Verzeichnisses



enthält eine README-Datei und Konfigurations-Dateien für Firebase, npm sowie Semantic UI und die Versionsverwaltung mit GIT. Außerdem enthält das Root-Verzeichnis die vier Ordner, „src“, „public“, „node_modules“ und „build“. Im node_modules-Ordner befinden sich die installierten Abhängigkeiten. Das public-Verzeichnis enthält statische Inhalte wie Logos, Favicon und das PWA-Manifest. Im src-Verzeichnis befindet sich der eigentliche Quellcode der Anwendung, bestehend aus React-Komponenten, Routing-Dateien, Firebase-Datenbankanbindung, die für den Redux benötigten Komponenten „store“ und „reducer“ und ein Ordner „utils“, der eigene Helferfunktionen beinhaltet. Das Build-Verzeichnis enthält die

durch Module-Bundling optimierte Version der Anwendung, die auf Firebase-hosting veröffentlicht wird.

6.9 Entwicklungsstand und Evaluierung

Zum Zeitpunkt des Abgabedatums dieser Arbeit wurde ein großer Teil der im Pflichtenheft dokumentierten Anforderungen umgesetzt. Nachfolgend werden die im Pflichtenheft dokumentierten Anforderungen auf ihre Umsetzung hin überprüft. Die Anwendung erfüllt bereits folgende Muss-Kriterien: Mobile-App-Funktion, Benutzer-authentifizierung, Benutzerverwaltung, Fragenverwaltung, Lernsystem, Lernmodus, Prüfungsverwaltung, Offline-Online-Synchronisierung. Prüfungsmodus, Prüfungseinsicht, Probeprüfungsfunktion sowie PDF-Funktionen wurden noch nicht realisiert. Da die Musskriterien eine höhere Priorität als die Wunsch-Kriterien besitzen, wurden keine Wunschkriterien umgesetzt. Die unter dem Punkt Authentifizierung gelisteten Frontendfunktionen sind, abgesehen von F040 (Passwort Vergessen Funktion) alle implementiert. Das Dashboard wurde bereits vollständig umgesetzt, beim Lernmodus fehlen noch Funktion F130 (Probeprüfungen) und F140 (Abschluss der Prüfungsvorbereitung). Die Umsetzung der Frontend-Funktionen des Prüfungsmodus steht noch komplett aus. Von den geforderten Backend-Funktionen wurden alle, außer F550 (Starten von Prüfungen) und F560 (Beenden von Prüfungen) und F570 (Korrektur von Prüfungen) realisiert. Die Datenbankstruktur der geforderten Produktdaten ist umgesetzt und die Anforderungen an die Produktleistungen hinsichtlich Datenumfang, Offline-Funktionalität und verschlüsselter Datenübertragung werden erfüllt. Auch die dokumentierten Navigationsstrukturen sind bereits sowohl in der Lernanwendung als auch im Administrationsbereich implementiert. Anforderungen an die Betriebsbedingungen werden zum Teil erfüllt. So ist eine Entwicklungsversion der Anwendung bereits online rund um die Uhr erreichbar, regelmäßige Backups werden jedoch noch nicht erstellt. Anforderungen zu Sicherheit, Datenschutz und gesetzlichen Vorgaben werden durch die Absicherung der Datenbank durch Benutzerrollen berücksichtigt. Um die Hardwareanforderungen zu erfüllen, müssen noch Kontakt- und Zahlungsinformationen zum Firebase-Account hinzugefügt

werden und der Baze Plan gebucht werden. Für die Entwicklungsversion reicht das kostenlose Grundkontingent.

Sowohl die Lernanwendung als auch der Administrationsbereich wurden noch keinen umfassenden und automatisierten Tests unterzogen, weshalb die Qualitätszielbestimmungen noch nicht auf ihre Erfüllung überprüft werden können. Schätzungsweise wurden bereits drei Viertel der notwendigen Arbeiten zu Umsetzung des Pflichtenhefts geleistet und die Anwendung befindet sich in einer frühen Alpha-Version. Der im Pflichtenheft dokumentierte Zeitpunkt der Fertigstellung im Dezember 2018 ist mit geschätzten Entwicklungs- und Testaufwänden von circa 120 Stunden einhaltbar.

7 Zusammenfassung und Erkenntnisse

Die in dieser Arbeit von mir durchgeführte Analyse von Markt, Anforderungen und Technologien lieferte wertvolle und hilfreiche Erkenntnisse für die Umsetzung einer App zur Prüfungsvorbereitung. Die Berechnungen in der Marktanalyse zeigen, dass eine Umsetzung der Anwendung grundsätzlich wirtschaftlich möglich ist. Die bestehende und potentielle Konkurrenz wurde ermittelt und ihr Angebot detailliert verglichen und analysiert. Die Ermittlung der notwendigen Kennzahlen zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit der unternehmerischen Tätigkeit ergeben sich durch die Berechnung von Marktvolumen, Marktsättigungsgrad und Marktpotential. Der Marktsättigungsgrad macht deutlich, dass der bestehende Markt durch onlearning.at bereits stark gesättigt ist, eine Gewinnung von notwendigen Marktanteilen jedoch aufgrund der jedes Jahr neu hinzukommenden Schüler möglich erscheint. Eine langfristige Strategie zur Neukundengewinnung, insbesondere unter Berücksichtigung der Multiplikatorwirkung von Flugschulen und Fluglehrern, sollte weiter verfolgt und erarbeitet werden. Der Arbeits- und Zeitaufwand, der zur Erstellung dieser Strategie, in Form von geeigneten Marketing-Konzepten, notwendig wäre, konnte im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht geleistet werden.

Im Kapitel Anforderungsmanagement habe ich zunächst eine umfangreiche Anforderungsermittlung durchgeführt. Diese besteht aus einem Interview und der Durchführung und Auswertung einer Online-Umfrage. Die Ergebnisse der Anforderungsermittlung habe ich analysiert und anschließend in Form eines Lasten- und eines Pflichtenhefts dokumentiert. Es zeigte sich, dass die ermittelten und analysierten Daten eine solide Grundlage für die weiteren Arbeiten bilden. Das Experten-Interview und die Umfrage unter Gleitschirmfliegern ergeben keine in Konflikt stehenden Anforderungen und die aus der Auswertung der Umfrage ermittelten Anforderungen bestätigen viele bereits aus dem Interview ermittelten Anforderungen. Die ausgewertete Umfrage bietet außerdem wichtige Erkenntnisse über gewünschte Funktionen und die Zahlungsbereitschaft der Zielgruppe. Diese Erkenntnisse sind besonders in Anbetracht der anzustrebenden Marktpositionierung hilfreich. Die Spezifikation von Anforderungen im Lastenheft

ermöglichte es mir, ein passendes Konzept zu erstellen und den Anforderungen gerecht werdende Technologien auszuwählen. Für die Konzeption der Anwendung habe ich Personas, Wireframes und Strukturdiagramme erstellt, die den Anforderungen aus dem Lastenheft gerecht werden.

Der Konzeption der Anwendung habe ich, verglichen mit den anderen Arbeitsschritten, weniger Platz eingeräumt, da erstens kaum restriktive Anforderungen an das Design bestehen und zweitens die Anwendungsentwicklung mit UI-Frameworks kein fotorealistisches Layout voraussetzt, um ästhetische und benutzerfreundliche Anwendungen zu konzipieren. Es zeigte sich, dass für die gegebenen Anforderungen die Erstellung von Wireframes ausreichend ist.

Im Kapitel „Technologieauswahl“ habe ich eine umfangreiche analytische Arbeit betrieben, um eine optimale Auswahl von passenden Technologien zu erhalten. Die analytische Arbeit bestand dabei aus dem Vergleich verschiedener Systemumgebungen, App-Technologien und Frameworks. Dabei wurde deutlich, dass eine Progressive Web-App in einer cloudbasierten Systemumgebung mit einem Backend-as-a-Service Modell die Anforderungen am besten erfüllt.

Im Kapitel „Umsetzung“ habe ich dokumentiert, wie die Anwendung realisiert wurde. Für die Umsetzung der Lernanwendung und des dazugehörigen Administrationsbereiches habe ich etwa 6000 Zeilen Code geschrieben. Sowohl den Administrationsbereich als auch die Lernanwendung konnte ich zu großen Teilen fertig stellen. Trotz meiner umfangreichen Programmierarbeiten konnte ich die Anwendung nicht komplett umsetzen, was jedoch auch nicht die Zielsetzung war. Die Dokumentation und Beschreibung der Funktionsweise aller verwendeten Technologien allein wäre ausreichend, um den gesamten Umfang dieser Arbeit zu füllen. Aus diesem Grund hat die im Kapitel „Umsetzung“ durchgeführte Dokumentation der Umsetzung keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Durch die Erfahrungen, theoretische aber vor allem auch praktische, die ich während der Umsetzung gesammelt habe, konnte ich meine Fähigkeiten in der Web-Entwicklung deutlich ausbauen und mir ein umfangreiches Know-How in den Themengebieten Mobile-Apps und Cloud-Technologien aneignen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Zielsetzung dieser Arbeit erfüllt

wurde, indem die wichtigsten Grundlagen zur späteren vollständigen Umsetzung erarbeitet wurden. Mit Spannung zu erwarten ist, wie sich die gewählte BaaS-System-umgebung in Zukunft entwickelt und ob diese auch weiterhin den Anforderungen gerecht wird. Neben den noch ausstehenden Arbeiten bei der Umsetzung sind auch mögliche Erweiterungen denkbar. So könnte das Lernsystem noch weiter optimiert werden, zum Beispiel durch automatische Erstellung eines Lernplans, basierend auf dem Prüfungstermin oder durch Implementierung von Push-Benachrichtigungen, die den Nutzer zum Öffnen der Anwendung auffordern. Denkbar ist auch eine Übertragung des Anwendungskonzepts auf andere Sportarten oder Ausbildungen. Dabei müsste überlegt werden, ob sich die jeweilige Prüfungsform zum Lernen mit einer Lernkartei eignet oder welche Aufwände für eine Anpassung an andere Sportarten notwendig wären.

Abbildungsverzeichnis

1	Kosten-Nutzen Matrix	20
2	Prognostiziertes Marktpotential	21
3	Prognostizierte Marktanteile	22
4	Prognostizierter Rol	23
5	Requirements Engineering	28
6	Navigationskonzept	40
7	Mockups für Smartphones	41
8	Mockups für Tablets im Landscape-Mode	42
9	Mockups für Tablets im Portrait-Mode	43
10	Cloudbasierte Servicemodelle	53
11	Screenshot Login-Formular Admin	65
12	Screenshot Listenansicht	65
13	Screenshot Fragen erstellen/bearbeiten	66
14	Screenshot Prüfung erstellen	66
15	Screenshot Änderungsverlauf	67
16	Screenshot Login	68
17	Screenshot Dashboard	68
18	Screenshot Navigation	69
19	Screenshot Lernmodus	69
20	Screenshot Einstellungen	70
21	Funktionsweise eines Service-Workers	71
22	Redux State Management	74
23	Flowchart Leitner-System	78
24	Struktur des Root-Verzeichnisses	80

Tabellenverzeichnis

1	Konkurrenzanalyse	14
2	Liste der Stakeholder	30
3	Übersicht Mobiler App-Technologien	46
4	Vegleich von BaaS, LAMP, MEAN und WISA	56
5	Übersicht von BaaS Anbietern für Mobile- und Web-Apps	59

Literaturverzeichnis

- [1] Deutscher Hängegleiterverband. *Hintergrundinformationen zum Deutschen Gleitschirmverband und Drachenflugverband*. 30. Nov. 2017. URL: <https://www.dhv.de/web/verband/der-dhv/hintergrundinformationen/>.
- [2] S.M. Oster. *Modern Competitive Analysis*. Oxford University Press, 1999.
- [3] Peter Posluschny. *Die wichtigsten Kennzahlen*. Deutsch. 1. Auflage. New Business Line. München: Redline Wirtschaft, 2007, Online–Ressource.
- [4] Manfred Bruhn. *Marketing: Grundlagen für Studium und Praxis*. Deutsch. 13., überarb. Aufl. 2016. SpringerLink : Bücher. Wiesbaden: Springer Gabler, 2016, Online–Ressource (XII, 317 Seiten 75 Abb. in Farbe, online resource).
- [5] Deutscher Hängegleiterverband. *Hintergrundinformationen zum Deutschen Gleitschirmverband und Drachenflugverband*. 2018. URL: <https://www.dhv.de/web/verband/der-dhv/hintergrundinformationen/>.
- [6] Jan Semmler. *App-Design: alles zu Gestaltung, Usability und User Experience*. 1. Auflage. Bonn: Rheinwerk Computing, 2016, 483 Seiten.
- [7] The Standish Group. *The Chaos Report (1994)*. 1994. URL: https://www.standishgroup.com/sample_research_files/chaos_report_1994.pdf.
- [8] Projekt Smart. 2014. URL: <https://www.projectsmart.co.uk/white-papers/chaos-report.pdf>.
- [9] ISO. *Qualitätsmanagementsysteme - Grundlagen und Begriffe (ISO 9000:2015)*. Techn. Ber. 2015.
- [10] IEEE. „IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology“. In: *IEEE Std 610.12-1990* (Dez. 1990).
- [11] Andrea Herrmann, Eric Knauss und R. Weißbach. *Requirements Engineering und Projektmanagement*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013, Online–Ressource (XVI, 188 S, digital).
- [12] I. Sommerville. *Requirements Engineering: A Good Practice Guide*. 1997.
- [13] Klaus Pohl. *Requirements Engineering: Grundlagen, Prinzipien, Techniken*. 2., korr. Aufl. Heidelberg: dpunkt-Verl., 2008, XVI, 748 Seiten.

- [14] Prof. Hußmann. *Anforderungsermittlung - Softwaretechnologie II*. URL: <http://st.inf.tu-dresden.de/Lehre/WS00-01/st2/vorlesung/st2k2a-extra.pdf>.
- [15] R. Edward Freeman. *Stakeholder theory: the state of the art*. Cambridge [u.a.]: Cambridge Univ. Press, 2010, XVII, XVII, 343 Seiten.
- [16] „ISO/IEC/IEEE International Standard - Systems and software engineering – Life cycle processes –Requirements engineering“. In: *ISO/IEC/IEEE 29148:2011(E)* (2011), S. 1–94.
- [17] Jens Jacobsen und Lorena Meyer. *Praxisbuch Usability & UX: was jeder wissen sollte, der Websites und Apps entwickelt*. Deutsch. 1. Auflage. Rheinwerk Computing. Campus Offenburg. Bonn: Rheinwerk Verlag GmbH, 2017, 511 Seiten.
- [18] W3Techs. *Usage statistics and market share of Bootstrap for websites*. 7. Apr. 2018. URL: <https://w3techs.com/technologies/details/js-bootstrap/all/all>.
- [19] Netcraft. n.d. *Marktanteile der führenden Webserver weltweit im März 2018*. 20. Apr. 2018. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/181588/umfrage/marktanteil-der-meistgenutzten-webserver/>.
- [20] Niels Pollem. *One Size Fits All*. 1999. URL: <https://www.heise.de/ix/artikel/One-Size-Fits-All-505676.html>.
- [21] Inc. MongoDB. *NoSQL Databases Explained*. 20. Apr. 2018. URL: <https://www.mongodb.com/nosql-explained>.
- [22] Firebase. *Firebase Realtime Database*. 20. Apr. 2018. URL: <https://firebase.google.com/docs/database/>.
- [23] Inc. npm. *What is npm?* 17. Feb. 2018. URL: <https://docs.npmjs.com/getting-started/what-is-npm>.
- [24] Preethi Kasireddy. *JavaScript Modules Part 2: Module Bundling*. 16. Feb. 2018. URL: <https://medium.freecodecamp.org/javascript-modules-part-2-module-bundling-5020383cf306>.
- [25] Mozilla. *Using Service Workers*. 25. März 2018. URL: https://developer.mozilla.org/de/docs/Web/API/Service_Worker_API/Using_Service_Workers.

- [26] Mozilla. *Web App Manifest*. 14. Apr. 2018. URL: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Manifest>.
- [27] Redux. 10. Feb. 2018. URL: <https://redux.js.org/introduction>.
- [28] Codecademy. *React: The Virtual DOM*. 16. März 2018. URL: <https://www.codecademy.com/articles/react-virtual-dom>.
- [29] S. Leitner. *So lernt man lernen: Der Weg zum Erfolg*. Nikol, 2011.
- [30] Firebase. *Cloud Functions for Firebase*. 17. Dez. 2017. URL: <https://firebase.google.com/docs/functions/>.
- [31] Google LLC. *Firebase Documentation*. 25. März 2018. URL: <https://firebase.google.com/docs/hosting/>.

Interview mit Alexander Gehring

Geschäftsführer von evival Technologies & Fluglehrer der Flugschule Sky-Team

Datum 27.10.17

Guten Tag Herr Gehring,

Ihr Unternehmen entwickelt die Anwendung PARABOOK. Bitte beschreiben sie diese kurz.

Parabook ist ein digitales Ausbildungsbuch für Gleitschirmschulen. Nutzer können schnell und bequem Theoriestunden, Flüge und Übungen eintragen und bestätigen lassen. PARABOOK bietet nicht nur die Möglichkeit, die Ausbildung der Schüler vereinfacht zu verwalten und zu dokumentieren, sondern auch weitere nützliche Funktionen wie die Übersichten über aktuelle Schüler, Prüfungen, die Verwaltung von Lehrern und Mitarbeitern der Flugschule und vieles mehr. Nach einer Überprüfung durch die PARABOOK Software und die Prüfungsbestätigung durch den Prüfer, kann der DHV den Flugschein ohne weitere Kontrollen in nur wenigen Tagen ausstellen.

Welche Organisationen stehen hinter dem Projekt Parabook?

Mein Unternehmen evival Technologies, der Beauftragte des Luftfahrtbundesamtes DHV, sowie die Agentur Werkraum

In welchem Verhältnis steht die zu entwickelnde E-Learning Anwendung zur Software PARABOOK und welche Rolle spielt sie in der Gesamtstrategie Ihres Unternehmens?

Da evival als erstes Unternehmen weltweit eine solche Software (PARABOOK) entwickelt, sehe ich großes Potential in zunächst Deutschland und später Gesamteuropa. Davon abgeleitet spielt die Vorbereitung auf die Theoretische Prüfung in digitaler Form eine zentrale Rolle im gesamten System. Da der Workflow aktuell offline und in verschiedenen digitalen Medien abgebildet ist, ist eine Integration in Parabook eine für die Zukunft wichtige Voraussetzung.

Welche wirtschaftlichen Ziele verfolgen Sie mit der Umsetzung?

Da alle Module innerhalb von Parabook als Addons an die Flugschulen und den Beauftragten des Luftfahrtbundesamtes verkauft werden sollen, spielt jedes Modul im Hinblick auf wirt-

schaftliche Ziele eine Teilrolle. Im Falle des E-Learning- und Prüfungsmoduls soll zudem der Endnutzer (Flugschüler) angesprochen werden, der dieses Modul bei Nutzung individuell bezahlt.

Gibt es besondere fachliche Ziele?

Fachliche Ziele stehen nicht im Vordergrund. Es geht um eine zeitgemäße Prüfungsvorbereitung- und Durchführung.

Welche besonderen technischen Ziele haben Sie sich gesetzt?

Die Anwendung sollte in jedem Browser und auch als App mobil nutzbar sein, online sowie auch offline. Fragen sollen innerhalb der App nicht per Copy & Paste kopierbar sein. Außerdem sollten die Fragen als PDF downloadbar sein. Auch der Text im PDF soll nicht kopierbar sein.

Gibt es bereits Anbieter auf dem Markt für E-Learning Anwendungen im Gleitschirm- und Drachenfliegersport?

Es gibt das Lernportal des DHV. Der Fragenkatalog wird händisch gepflegt. Die Papierfragen sind oft veraltet. Dadurch ergibt sich ein hoher Aufwand, die aktuellen Fragen an alle Prüfer zu verteilen.

Geben Sie bitte Zahlen an, die in Bezug auf Ihr Vorhaben Anhaltspunkte für eine Dimensionierung des Projektes geben.

Die maximale Nutzerzahl liegt bei ca. 2500 DHV Schülern pro Jahr. In den Frühjahres- und Sommermonaten vor allem direkt vor den Prüfungen ist die Last deutlich höher. Das Ziel ist es bis zu 10.000 Schüler pro Jahr abzuarbeiten. An einer Prüfung nehmen durchschnittlich 8-16 Schüler teil. Die Prüfungen finden meistens am Wochenende statt. Die Prüfungsdauer beträgt zwei Stunden. Insgesamt finden etwa 5-8 Prüfungen parallel pro Tag statt. Das entspricht ca. 50 Personen.

Wie stellen Sie sich die Nutzung der Software im Allgemeinen vor?

Schüler sollen die Anwendung zum Lernen verwenden und Prüfungen darin schreiben. Prüfer sollen Prüfungen durchführen und korrigieren können. Ein DHV Mitarbeiter soll den Fragenkatalog pflegen können.

Welche Funktionen sollte die Software bieten?

Beim Update der Fragen wird die alte Frage gespeichert und beim Aufruf der Frage wird ein Hinweis angezeigt, dass die Frage und Antwort aktualisiert wurde, mit Einblick wie sie früher lautete. Für Prüfer soll diese Funktion auch bei der Auswertung verfügbar sein.

Wie soll der Prüfungsvorgang abgebildet werden?

Die Anwendung sollte über einen Prüfungsmodus verfügen. Es soll möglich sein ein PDF der Prüfung zu erstellen inkl. Kopie des Ausbildungsbuches. Die Fragen für Prüfungen sollten zufällig von der Anwendung generiert werden, sodass in einer Prüfungssituation Schüler nicht die identische Prüfung zu ihren Sitznachbarn schreiben. Alle Daten sollen direkt bei der Eingabe gespeichert werden, sodass beim einem Systemabsturz keine Daten verloren gehen. Schüler sollen ihre korrigierte Prüfung im Nachhinein über das Portal einsehen können. Im Prüfungsmodus soll ein Prüfer den Bildschirm eines Schülers einsehen können.

Wie soll der Lernmodus abgebildet werden?

Für den Lernmodus sollte es ein Karteikartensystem geben, das mitzählt, welche Fragen wie oft richtig oder falsch beantwortet wurden. Wichtig wäre außerdem eine Offline-Funktion, so dass die Anwendung auch ohne Internetverbindung nutzbar bleibt.

Wie soll die Aktualisierung des Fragenkatalogs abgebildet werden?

Es sollte auch einen Änderungsmodus für die Fragen geben. Dieser sollte sehr einfach zu bedienen sein und über einen Zugang für den DHV verfügen.

Welche Anforderungen gibt es in Bezug auf das Design?

Das Design sollte eher minimalistisch und modern gehalten werden, passend zu Styleguide von PARABOOK.

Welche Anforderungen gibt es in Bezug auf die Verfügbarkeit der Anwendung?

Eine Verfügbarkeit von 100% wäre wünschenswert. Ich könnte mir dazu gut ein Load balancer oder Apache Galera Cluster vorstellen.

Welche Rollen soll es in der Anwendung geben?

Es gibt die Rollen Schüler, Prüfer, DHV Prüfungsadmin, DHV Fragenadmin, und einen Superadmin. Schüler sollen den Lernmodus und Prüfungsmodus nutzen können. Prüfer sollen in der Lage sein, Prüfungen zu generieren und zu starten. Der DHV Prüfungsadmin sollte absolvierte Prüfungen einsehen und herunterladen können. Der DHV Fragenadmin soll den

Fragenkatalog aktualisieren können. Der Superadmin soll alle zuvor genannten Rechte haben.

Welche unterstützenden Voraussetzungen sollte die Anwendung in Bezug auf die Weiterentwicklung bieten?

In Zukunft soll die Anwendung auch international eingesetzt werden. Die Voraussetzungen für eine zukünftige Lokalisierung der Anwendung ist deshalb wünschenswert.

Gibt es Systeme, die Sie an die Software anbinden möchten?

Eine Datenübergabe von Parabook ist geplant. Der DHV sollte Zugänge für Prüfer verwalten können.

Gibt es Anforderungen bezüglich des Datenschutzes?

Prüfungen müssen mindestens 3-5 Jahre gespeichert werden. Die Speicherzeit sollte am besten als variabler Wert einstellbar sein.

Gibt es Anforderungen bezüglich der Urheberrechte?

Die Rechte der Fragen liegen beim DHV.

Herr Gehring, vielen Dank für das Interview.

Sehr gerne.

Umfrage zum Lernverhalten und Medieneinsatz in der theoretischen Ausbildung zum Gleitschirm- und Drachenflieger

Seite 1

Hallo Paraglider und Drachenflieger,

vielen Dank für Ihr Interesse an dieser Umfrage.

Mein Name ist Jens Bredigkeit. Ich arbeite als Webentwickler für die Kommunikationsagentur evival Technologies und studiere den Masterstudiengang Medien und Kommunikation an der Hochschule Offenburg. Im Rahmen meiner Masterarbeit führe ich diese Umfrage durch, die das Lernverhalten von Gleitschirm- und Drachenfliegern in der Theorieausbildung untersucht.

Zusammen mit Alexander Gehring, der nicht nur Fluglehrer, sondern zugleich auch mein Chef im Unternehmen evival Technologies und Betreuer meiner Masterarbeit ist, konzipiere ich eine E-Learning-App, die Gleitschirm- und Drachenflieger beim Lernen für die Theorieausbildung unterstützen soll.

Um den zukünftigen Flugschülern bei ihrer Ausbildung zu helfen, müssen sie nur die Fragen dieser Umfrage nach bestem Wissen beantworten. Es gibt dabei keine "richtigen" oder "falschen" Antworten.

Die Umfrage ist anonym. Es werden keine personenbezogenen Daten gespeichert.

Sollten Sie Fragen oder Anregungen zu dieser Umfrage oder der E-Learning-App haben, können Sie mich gerne jederzeit unter der Emailadresse jens.bredigkeit@evival.net erreichen.

Vielen Dank für Ihre Zeit.

Seite 2

Wie alt sind Sie? *

Ihr Alter in Jahren

- ☐ 14-18
- ☐ 18-25
- ☐ 25-30
- ☐ 30-40
- ☐ 40-50
- ☐ 50-60
- ☐ 60-70
- ☐ 70-80
- ☐ älter als 80

Geschlecht *

- ☐ weiblich
- ☐ männlich
- ☐ unbestimmt
- ☐ keine Angabe

In welchen Theorieausbildungen befinden Sie sich? *

Mehrere Antworten sind möglich

- ☐ Grundausbildung
- ☐ A (beschränkter Luftfahrerschein)
- ☐ B (unbeschränkter Luftfahrerschein)
- ☐ Keine
- ☐ Sonstige

Welche Theorieausbildungen haben Sie bereits abgeschlossen? *

Mehrere Antworten sind möglich

- ☐ Keine
- ☐ Grundausbildung
- ☐ A (beschränkter Luftfahrerschein)
- ☐ B (unbeschränkter Luftfahrerschein)
- ☐ sonstige

Seite 3

In welchem Jahr haben Sie die Theorieprüfung der Grundausbildung abgelegt?

Antwort als 4-stellige Jahreszahl angeben. Bsp.: 2010

Fahren sie bitte mit der nächsten Frage fort, falls Sie diese Frage nicht beantworten können.

Wieviele Stunden haben Sie sich für die Theorieprüfung in der Grundausbildung vorbereitet? *

- ☐ weniger als 10 Stunden
- ☐ 10 Stunden
- ☐ 20 Stunden
- ☐ 30 Stunden
- ☐ 40 Stunden
- ☐ mehr als 40 Stunden
- ☐ keine Angabe

In welchem Jahr haben Sie die Theorieprüfung des A-Scheins abgelegt?

Antwort als 4-stellige Jahreszahl angeben. Bsp.: 2010

Fahren sie bitte mit der nächsten Frage fort, falls Sie diese Frage nicht beantworten können.

Wieviele Stunden haben Sie sich für die Theorieprüfung des A-Scheins vorbereitet? *

- ☐ weniger als 10 Stunden
- ☐ 10 Stunden
- ☐ 20 Stunden
- ☐ 30 Stunden
- ☐ 40 Stunden
- ☐ mehr als 40 Stunden
- ☐ keine Angabe

In welchem Jahr haben Sie die Theorieprüfung des B-Scheins abgelegt? *

Antwort als 4-stellige Jahreszahl angeben. Bsp.: 2010

Fahren sie bitte mit der nächsten Frage fort, falls Sie diese Frage nicht beantworten können.

Wieviele Stunden haben Sie sich für die Theorieprüfung des B-Scheins vorbereitet? *

- ☐ weniger als 10 Stunden
- ☐ 10 Stunden
- ☐ 20 Stunden
- ☐ 30 Stunden
- ☐ 40 Stunden
- ☐ mehr als 40 Stunden
- ☐ keine Angabe

In welchem Jahr haben Sie die Theorieprüfung einer sonstigen Paraglidingausbildung abgelegt?

Antwort als 4-stellige Jahreszahl angeben. Bsp.: 2010

Fahren sie bitte mit der nächsten Frage fort, falls Sie diese Frage nicht beantworten können.

Wieviele Stunden haben Sie sich für die Theorieprüfung einer sonstigen Paraglidingausbildung vorbereitet? *

- ☐ weniger als 10 Stunden
- ☐ 10 Stunden
- ☐ 20 Stunden
- ☐ 30 Stunden
- ☐ 40 Stunden
- ☐ mehr als 40 Stunden
- ☐ keine Angabe

Seite 4

Wieviel Zeit haben Sie für die Vorbereitung auf die Theorieprüfung Ihrer aktuellen Ausbildung in etwa eingeplant? *

- ☐ weniger als 10 Stunden
- ☐ 10 Stunden
- ☐ 20 Stunden
- ☐ 30 Stunden
- ☐ 40 Stunden
- ☐ mehr als 40 Stunden
- ☐ nicht beurteilbar

Welche Zeiten nutzen Sie zum Lernen oder haben Sie in der Vergangenheit zum Lernen auf eine Theorieprüfung genutzt? *

	nie	selten	oft	sehr oft	immer	keine Angabe
Vor der Arbeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nach der Arbeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Auf dem Weg zur Arbeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Während der Mittagspause	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Am Wochenende	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Im Urlaub, Ferien oder an freien Tagen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Wie viele Stunden lernen Sie in der Regel pro Lerneinheit: *

- ☐ weniger als eine Stunde
- ☐ 1 – 2 Stunden
- ☐ 2 – 4 Stunden
- ☐ 4 – 6 Stunden
- ☐ 6 – 8 Stunden
- ☐ mehr als 8 Stunden
- ☐ unterschiedlich
- ☐ nicht beurteilbar

Wieviele Wochen vor dem Prüfungstermin beginnen Sie, beziehungsweise haben Sie in der Vergangenheit mit dem Lernen auf eine Theorieprüfung begonnen? *

- ☐ weniger als eine Woche
- ☐ eine Woche
- ☐ 2 Wochen
- ☐ 3 Wochen
- ☐ 4 Monat
- ☐ zwischen 4 und 8 Wochen
- ☐ mehr als 8 Wochen
- ☐ nicht beurteilbar

Bitte geben Sie an, inwiefern folgende Punkte auf Sie zutreffen. *

	Trifft nicht zu	Trifft teilweise zu	Trifft meistens zu	Trifft voll zu	nicht beurteilbar
Ich lerne am Besten alleine	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich kann mich nur schwer zum Lernen motivieren	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ein systematisches Vorgehen hilft mir beim Lernen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lernen macht mir Spaß	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ich habe Angst vor Prüfungen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nach dem Lernen fühle ich mich gut vorbereitet	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Wer oder was motiviert Sie zu lernen oder hat Sie in der Vergangenheit zum Lernen motiviert? *

	gar nicht	wenig	etwas	stark	sehr stark	nicht beurteilbar
Das Ziel, den Flugschein zu erhalten	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zeitdruck	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Die Angst durchzufallen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Partner(in)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mitschüler	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fluglehrer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ein Lernsystem oder Lernplan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Seite 5

Welche Internetseiten oder Apps benutzen Sie in der Vergangenheit zum Lernen oder haben Sie zum Lernen benutzt?

Bitte geben Sie den Namen der Anwendungen und Internetseiten an und beschreiben Sie kurz deren Funktion. Fahren sie Bitte mit der nächsten Frage fort, falls Sie sich nicht an den Namen oder die Funktion der Internetseite oder Anwendung erinnern.

Wie stellen Sie sicher, dass Sie ausreichend auf eine Prüfung vorbereitet sind? *

mehrere Antworten sind möglich

- ☐ Ich nutze eine Lernkartei (Karten mit Stichwort auf Vorderseite und Lösung auf der Rückseite)
- ☐ Ich mache eine oder mehrere Probeproofungen
- ☐ Ich lasse mich von einer anderen Person abfragen
- ☐ Beim lernen merke ich automatisch, wenn ich gut vorbereitet bin
- ☐ nicht beurteilbar
- ☐

Bitte ordnen Sie folgende Prüfungsarten nach Ihrem persönlichen Vorlieben *

1 = am liebsten

4 = am wenigsten

- Prüfung auf Papier
- Prüfung auf Tablet
- Prüfung auf Laptop
- Mündliche Prüfung

Würden Sie eine App oder Webseite nutzen, die Sie beim Lernen der Fragen durch ein Lernkartei unterstützt und Ihnen mitteilt, ob Sie prüfungsbereit sind? *

- ☐ ja
- ☐ nein
- ☐ keine Angabe

Welche Funktionen einer solchen Anwendung fänden Sie hilfreich? *

	gar nicht	etwas	bedingt	sehr	nicht beurteilbar
Karteikartensystem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Weitere Informationen zur Prüfungsfrage	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Möglichkeit zur Probeprüfung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Anwendung funktioniert auch ohne Internetverbindung	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Anwendung zeigt Lernstatus und Prüfungsbereitschaft	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Wieviel wären sie bereit für eine App oder Anwendung zu zahlen, die Sie beim Lernen der Fragen durch ein Karteikartensystem unterstützt? *

	nichts	weniger als 2€	2-5€	5-10€	10-20€	mehr als 20€	nicht beurteilbar
einmalig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
monatlich (ohne feste Laufzeit, jederzeit kündbar)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

» Umleitung auf Schlussseite von Umfrage Online

Lastenheft

ParaBook TheorieCoach

Evival Technologies

Version 1

04.01.18

1	ZIELBESTIMMUNGEN	3
2	PRODUKT-EINSATZ	3
3	PRODUKTFUNKTIONEN	3
3.1	Authentifizierung	3
3.2	Dashboard	3
3.3	Lernmodus	4
3.4	Prüfungsmodus	4
3.5	Backend	5
4	PRODUKTDATEN	5
5	PRODUKT LEISTUNGEN	7
6	QUALITÄTSANFORDERUNGEN	7

1 Zielbestimmungen

Als Erweiterung des digitalen Ausbildungsbuchs für Gleitschirmschulen, ParaBook, soll eine digitale Lernplattform entwickelt werden, mit der sich Flugschüler zeitgemäß auf ihre Theorieprüfungen vorbereiten können. Neben einem Lernmodus soll auch ein Prüfungsmodus entwickelt werden. Die Anwendung soll online am PC oder Laptop und online oder offline auf Mobilgeräten funktionieren. Ein Bezahlvorgang ist vorgesehen, soll aber erst zu einem späteren Zeitpunkt integriert werden.

2 Produkt-Einsatz

Die Anwendung soll von Flugschülern und DHV-Prüfern eingesetzt werden. Ihre Funktionalität soll sowohl am PC als auch auf Mobilgeräten, online sowie offline gegeben sein. Die Flugschüler sollen mit der Anwendung eine zeitgemäße Prüfungsvorbereitung und -durchführung erhalten. Ein Lernsystem in Form einer Lernkartei und die Anzeige des Lernfortschritts sollen die Schüler beim Lernen unterstützen. Prüfer sollen mit der Anwendung automatisiert für jeden Schüler individuelle Prüfungen erstellen und Prüfungen überwachen können. Ein Backend soll eine einfache Erstellung und Bearbeitung von Fragen und den dazugehörigen Antworten durch eine autorisierte Person ermöglichen.

3 Produktfunktionen

3.1 Authentifizierung

Benutzer können sich mit Email und Passwort anmelden.

/LF010/ Registrierung

Nutzer sollen sich mit Email und Passwort registrieren können.

/LF020/ Anmeldung

Registrierte Nutzer sollen sich mit Email und Passwort anmelden können.

3.2 Dashboard

Ein Dashboard mit einer grafischen Darstellung des Lernfortschritts soll nach der Anmeldung in der App dargestellt werden. Auf dem Dashboard werden außerdem Hinweise zur Nutzung der App dargestellt.

\LF100\ Anzeige des Lernfortschritts

Ein Benutzer kann seinen aktuellen Lernfortschritt anhand eines farblich markierten Balkens und einer Prozentangabe ablesen.

\LF110\ Anzeige von Hinweisen und Informationen

Das Dashboard enthält nützliche Hinweise und Informationen über die Anwendung.

3.3 Lernmodus

Im Lernmodus können Nutzer Multiple Choice-Fragen beantworten. Pro Frage gibt es immer vier Antworten, nur eine Antwort ist korrekt. Ein Lernsystem stellt automatisch eine optimale Auswahl an Fragen für einen Lerndurchgang zusammen. Es wird immer nur eine Frage angezeigt. Der Nutzer kann eine Antwort auswählen und diese überprüfen.

\LF200\ Lernsystem

Ein Lernsystem in Form einer digitalen Lernkartei stellt automatisch eine Auswahl an Fragen für einen Lerndurchgang zusammen. Bei einer korrekten Antwort wandert die Frage ins nächst höhere Fach der Lernkartei. Bei einer falschen Antwort wandert die Frage immer ins erste Fach der Lernkartei zurück. Das Lernsystem speichert für jeden Nutzer alle Veränderungen in der Lernkartei.

\LF210\ Beantwortung von Fragen

Für jede Frage werden vier Antwortmöglichkeiten dargestellt. Nutzer können eine Antwort auswählen. Fragen können auch Abbildungen enthalten.

\LF220\ Einstellungen

Benutzer können die Fragen pro Durchgang und die Anzahl der Fächer in der Lernkartei variabel einstellen. Die Standardeinstellungen sollten so gewählt sein, dass sich eine Dauer von etwa 30 Minuten für einen Lerndurchgang ergibt.

\LF230\ Probeprüfungen

Probeprüfungen sind zu jeder Zeit durchführbar. Wenn der Lernfortschritt bei 100% liegt, muss, abhängig von der Anzahl der gewählten Lernfächer, eine bestimmte Anzahl von Probeprüfungen absolviert werden, um die Prüfungsvorbereitung erfolgreich abzuschließen.

3.4 Prüfungsmodus

Im Prüfungsmodus sollen berechnigte Schüler in einer der Prüfungsordnung gerecht werdenden Form theoretische Prüfungen durchführen können.

\LF300\ Begrüßungsbildschirm

Ein Begrüßungsbildschirm wird angezeigt, bis die Prüfung durch den Prüfer gestartet wird.

\LF310\ Beantwortung von Fragen

Für jede Frage werden vier Antwortmöglichkeiten dargestellt. Nutzer können eine Antwort auswählen. Fragen können auch Abbildungen enthalten. Wurde eine Frage verändert, soll dies ersichtlich werden.

\LF320\ Anzeige einer Übersicht

Eine Übersichtsfunktion ermöglicht es den Schülern, zwischen den Fragen zu wechseln.

\LF330\ Erstellung und Durchführung von Prüfungen

Prüfer können Prüfungen auf Knopfdruck erstellen und Benutzer zur Prüfung hinzufügen. Für jeden Schüler sollen zufällig Fragen ausgewählt werden, so dass Abschreiben unmöglich ist. Während der Prüfung wird der aktuelle Status von allen sich in dieser Prüfung befindenden Schülern dargestellt. Prüfungen sollen aus als PDF herunterladbar sein.

3.5 Backend

Ein Backend zum Verwalten des Fragenkatalogs sowie der Benutzerberechtigungen soll zur Verfügung stehen.

\LF400\ Bearbeitung von Fragen

Autoren können Fragen und Kapitel erstellen, einsehen, bearbeiten und löschen. Fragen können einem Kapitel zugeordnet werden und Kapitel können einer Ausbildung zugeordnet werden. Wurde eine Frage geändert, wird dies gespeichert und in einem Veränderungsverlauf dargestellt.

\LF410\ Administration

Ein Adminzugang ermöglicht es, Prüfer- und Autorenrechte für andere Personen zu vergeben.

4 Produktdaten

Es sollen folgende Daten für die Lernanwendung gespeichert werden:

\D010\ Benutzerdaten

- BenutzerID (eindeutig)
- Benutzerrolle (entweder – Schüler, Prüfer, Autor, Admin, Superadmin)*
- Vorname (Text – maximal 50 Zeichen) *
- Nachname (Text – maximal 50 Zeichen) *
- E-Mail Adresse (Text – maximal 80 Zeichen) *
- Straße (Text – maximal 50 Zeichen)
- Hausnummer (Text – maximal 10 Zeichen)
- Postleitzahl (Zahl – maximal 5 Zeichen)
- Ort (Text – maximal 50 Zeichen)

Die mit einem (*) gekennzeichneten Eigenschaften sind Pflichtfelder.

\D020\ Fragendaten

- FragenID (eindeutig)
- Kapitel*
- Ausbildung*
- Frage (Text – maximal 1000 Zeichen)*
- Antwort A (Text – maximal 1000 Zeichen)*
- Antwort B (Text – maximal 1000 Zeichen)*
- Antwort C (Text – maximal 1000 Zeichen)*
- Antwort D (Text – maximal 1000 Zeichen)*
- Korrekte Antwort (Text – maximal 1 Zeichen)*
- Bild URL (Text – maximal 100 Zeichen)

Die mit einem (*) gekennzeichneten Eigenschaften sind Pflichtfelder.

\D030\ Fragendaten Verlauf

- FragenID (eindeutig)
- Erstellt am (Zeitstempel)*
- Erstellt von (Text – maximal 50 Zeichen)
- Frage (Text – maximal 1000 Zeichen)
- Antwort A (Text – maximal 1000 Zeichen)
- Antwort B (Text – maximal 1000 Zeichen)
- Antwort C (Text – maximal 1000 Zeichen)
- Antwort D (Text – maximal 1000 Zeichen)
- Korrekte Antwort (Text – maximal 1 Zeichen)
- Bild URL (Text – maximal 100 Zeichen)

Die mit einem (*) gekennzeichneten Eigenschaften sind Pflichtfelder.

\D040\ Lernfortschritt

- BenutzerID (eindeutig)*
- FragenID (Zahl – maximal 50 Zeichen)*
- Fach Nummer (Zahl – maximal 50 Zeichen)*

5 Produkt-Leistungen

/L010/ Performance

Die Ausführung von Benutzeraktionen soll in angemessener Zeit durchgeführt werden. Eine schlechte Performance, vor allem in Prüfungssituationen sollte vermieden werden.

/L020/ Zuverlässigkeit

Die Anwendung soll zu jeder Zeit zuverlässig betrieben werden können. Eine Verfügbarkeit von 100 Prozent wird angestrebt.

/L030/ Datenumfang

Das theoretisch maximal zu erwartende Nutzeraufkommen liegt bei etwa 3000 aktiven Benutzern. Der Umfang der zu erstellenden Datensätze des Fragenkatalogs liegt bei etwa 1000. Ziel ist es bis zu 10.000 Schüler pro Jahr abzuarbeiten.

/L040/ Offline Funktionalität

Das Produkt soll auf mobilen Endgeräten auch ohne Internetverbindung nutzbar sein. Eingaben sollen gespeichert werden und bei der nächsten bestehenden Internetverbindung mit dem Server synchronisiert werden.

6 Qualitätsanforderungen

Die Anwendung soll eine gute Benutzerfreundlichkeit aufweisen um den Schülern ein zeitgemäßes Lernen und den Prüfern ein effizientes Arbeiten mit dem System zu ermöglichen.

Pflichtenheft

ParaBook TheorieCoach

Evival Technologies

Version 1

04.01.18

1	ZIELBESTIMMUNGEN	4
1.1	Projektvision	4
1.2	Musskriterien	4
1.3	Wunschkriterien	5
1.4	Abgrenzungskriterien	5
2	PRODUKTEINSATZ	6
2.1	Anwendungsbereich – Zweck der Anwendung	6
2.2	Anwendungsbereich – Plattformen, Darstellung auf Endgeräten	6
2.3	Zielgruppe: Schüler	6
2.4	Zielgruppe: Prüfer	6
2.5	Zielgruppe: DHV	6
2.6	Betriebsbedingungen: Lebensdauer der Anwendung, Ausfallsicherheit, Beaufsichtigung	6
2.7	Sicherheit, Datenschutz, Gesetzliche Vorgaben	7
3	UMGEBUNG	7
3.1	Software	7
3.1.1	Serverseitig	7
3.1.2	Clientseitig	7
3.2	Hardware	7
3.2.1	Serverseitig	7
3.2.2	Clientseitig	7
3.3	Infrastruktur	8
3.4	Orgware	8
3.4.1	Administrationen	8
3.4.2	Anwendungsbenutzer	8
4	PRODUKTFUNKTIONEN	9
4.1	Frontend-Funktionen	9
4.1.1	Authentifizierung	9
4.1.2	Dashboard	9
4.1.3	Lernmodus	9
4.1.4	Prüfungsmodus	10
4.1.5	Einstellungen	11
4.2	Backend-Funktionen	11
5	PRODUKTDATEN	12

6	PRODUKTTLEISTUNGEN	14
7	BENUTZUNGSOBERFLÄCHE	14
7.1	Struktur Backend	14
7.2	Struktur Frontend	15
7.3	Designvorschläge..... Fehler! Textmarke nicht definiert.	
8	QUALITÄTS-ZIELBESTIMMUNG	16
9	GLOBALE TESTSZENARIEN / TESTFÄLLE	17
10	ENTWICKLUNGSUMGEBUNG	17
10.1	Software.....	17
10.2	Hardware	17
10.3	Orgware	17
11	ANHANG.....	17
11.1	Ergänzungen.....	17
11.2	Annahmen.....	17

1 Zielbestimmungen

1.1 Projektvision

Ziel des Projektes ist eine online und offline arbeitende plattformübergreifende Webanwendung. Die Anwendung unterstützt Flugschüler in der Paragliding-Ausbildung bei der Vorbereitung auf theoretische Prüfungen und erleichtert Prüfern die Durchführung und Nachbearbeitung dieser Prüfungen.

1.2 Musskriterien

Mobile-App-Funktion

Die Anwendung muss auf mobilen Endgeräten uneingeschränkt nutzbar sein.

Benutzerauthentifizierung

Die Anwendung ist passwortgeschützt. Benutzer können sich mit ihrer Email-Adresse registrieren und anmelden.

Benutzerverwaltung

Ein Administrationszugang im Backend ermöglicht die Verwaltung von Benutzern und Benutzerrollen.

Fragenverwaltung

Fragen und Antworten können im Backend erstellt, gelesen, bearbeitet oder gelöscht werden. Bei Veränderung einer Frage wird die Änderung in einem Änderungsverlauf gespeichert.

Lernsystem

Ein Lernsystem in Form einer digitalen Lernkartei stellt automatisch eine Auswahl an Fragen für einen Lerndurchgang zusammen. Bei korrekter Antwort wandert die Frage ins nächst höhere Fach der Lernkartei. Bei falscher Antwort geht die Frage immer ins erste Fach der Lernkartei zurück. Das Lernsystem speichert für jeden Nutzer alle Veränderungen in der Lernkartei.

Lernmodus

Es wird eine Frage mit vier Antwortmöglichkeiten dargestellt. Besitzt die angezeigte Frage einen Bearbeitungsverlauf, erscheint ein Hinweis mit Einsicht auf die Änderungen.

Prüfungsverwaltung

Prüfer sollen Schüler zu Prüfungen hinzufügen und automatisiert Prüfungen erstellen können.

Prüfungsmodus

Im Prüfungsmodus sollen berechnete Schüler in einer der Prüfungsordnung gerecht werdenden Form theoretische Prüfung durchführen können.

Prüfungseinsicht

Schüler sollen ihre korrigierten Prüfungen im Nachhinein über die Anwendung einsehen können.

Offline-Online-Synchronisierung

Die Anwendung soll online sowie offline laufen. Veränderungen am Lernstatus im Offline-Modus sollen mit der Datenbank synchronisiert werden, sobald das Gerät wieder über eine Internetverbindung verfügt. Die Synchronisierung soll geräteübergreifend funktionieren.

Probeprüfungsfunktion

Schüler können Probeprüfungen durchführen.

PDF-Funktionen

Schüler können alle Fragen ihrer Ausbildung als PDF herunterladen. Prüfer können abgeschlossene Prüfungen inklusive Ausbildungsbuch des Schülers als PDF herunterladen.

1.3 Wunschkriterien

Live-Einsicht

Prüfer sollen bei einer Prüfung eine Liveeinsicht auf den Bildschirm des Schülers erhalten. Sollte dies aus technischen Gründen nicht möglich, soll geprüft werden, ob der Schüler im Browser Tab, in dem die Anwendung geöffnet ist, aktiv ist.

Bezahlvorgang

Benutzer sollen für die Benutzung der Anwendung pro Ausbildung bezahlen. Ein Bezahlvorgang mit verschiedenen Zahlungsmethoden ist angedacht.

ParaBook Anbindung

Nutzer sollen sich mit ihrem ParaBook-Account anmelden können.

1.4 Abgrenzungskriterien

Die Anwendung soll Schüler bei der Vorbereitung auf Theorieprüfungen unterstützen. Sie ersetzt allerdings nicht den theoretischen Unterricht und hilft nicht bei grundlegenden Verständnisproblemen mit dem Lernstoff.

2 Produkteinsatz

2.1 Anwendungsbereich – Zweck der Anwendung

Als Erweiterung des digitalen Ausbildungsbuchs für Gleitschirmschulen, ParaBook, soll die Anwendung es Flugschülern ermöglichen, sich zeitgemäß auf Theorieprüfungen vorbereiten zu können. Ein Lernsystem in Form einer Lernkartei und die Anzeige des Lernfortschritts sollen die Schüler beim Lernen unterstützen. Prüfer sollen mit der Anwendung ihren Arbeitsaufwand für Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung von Theorieprüfungen reduzieren.

2.2 Anwendungsbereich – Plattformen, Darstellung auf Endgeräten

Die Webanwendung soll auf den neuesten Browserversionen von Microsoft Internet Explorer, Google Chrome, Safari und Mozilla Firefox einheitlich und korrekt dargestellt werden. JavaScript im Browser muss aktiviert sein. Geringe Darstellungsabweichungen, bedingt durch mangelnde Kompatibilität der Browser untereinander, müssen toleriert werden.

2.3 Zielgruppe: Schüler

Für diese Zielgruppe werden grundlegende EDV-Kenntnisse insbesondere im Umgang mit Webbrowsern vorausgesetzt. Eine persönliche Schulung, die den Umgang mit der Webanwendung erläutert, ist nicht notwendig.

2.4 Zielgruppe: Prüfer

Für die Erstellung von Prüfungen sind die Prüfer zuständig. Für diese Zielgruppe werden grundlegende EDV-Kenntnisse insbesondere im Umgang mit Webbrowsern vorausgesetzt. Eine persönliche Schulung, die den Umgang mit der Webanwendung erläutert, ist nicht notwendig. Die Prüfungsverwaltung enthält Tooltips und einen Hilfebereich mit einer schriftlichen Dokumentation.

2.5 Zielgruppe: DHV

Für die Verwaltung der Benutzerrollen und des Fragenkatalogs ist der DHV verantwortlich. Für diese Zielgruppe werden grundlegende EDV-Kenntnisse insbesondere im Umgang mit Webbrowsern vorausgesetzt. Eine persönliche Schulung, die den Umgang mit der Webanwendung erläutert, ist nicht notwendig. Der Administrationsbereich enthält Tooltips und einen Hilfebereich mit einer schriftlichen Dokumentation.

2.6 Betriebsbedingungen: Lebensdauer der Anwendung, Ausfallsicherheit, Beaufsichtigung

- Die Webanwendung ist rund um die Uhr (bis auf Wartungsarbeiten) erreichbar.
- Zu den Wartungsarbeiten gehören:
 - Verteilung von Softwareupdates
- Die tägliche Sicherung der Datenbank wird automatisch durchgeführt
- Die Webanwendung wird nach Veröffentlichung von der internen Unternehmens-IT beaufsichtigt.

2.7 Sicherheit, Datenschutz, Gesetzliche Vorgaben

- Personenbezogene Daten von Nutzern, wie E-Mail Adresse, Name und Anschrift, dürfen nur vom entsprechenden Nutzer selber eingesehen und bearbeitet werden.
- Alle Verbindungen sind durch ein SSL-Zertifikat gesichert

3 Umgebung

3.1 Software

3.1.1 *Serverseitig*

- Firebase (Baze Plan)
 - Hosting
 - Realtime Database
 - Cloud Firestore
 - Authentication
 - Cloud Functions

3.1.2 *Clientseitig*

- Aktuell gepatchtes Betriebssystem
 - Linux
 - Windows
 - Mac OS
 - iOS
 - Android
- Aktuelle und moderne Browser der jeweils aktuellen Versionen mit aktiviertem JavaScript
 - Google Chrome
 - Mozilla Firefox
 - Safari
 - Microsoft Edge

3.2 Hardware

3.2.1 *Serverseitig*

- Firebase (Baze Plan)

3.2.2 *Clientseitig*

- PC, Laptop, Smartphone oder Tablet mit einer Rechenleistung, die den Systemvoraussetzungen aktueller Webbrowser entspricht.

3.3 Infrastruktur

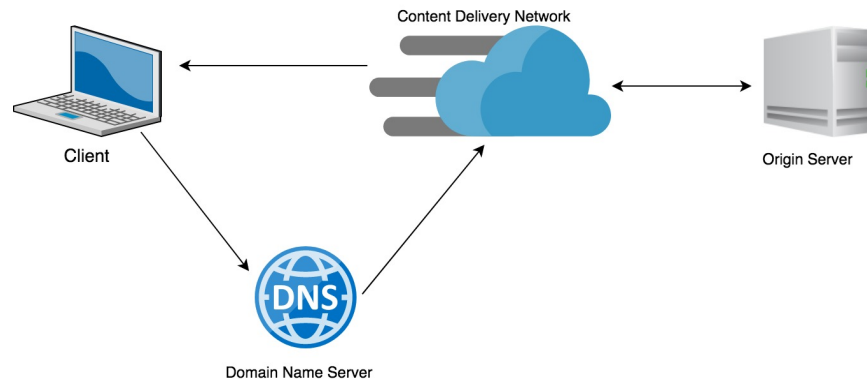


Abbildung 1: Beispiel-Infrastruktur eines Content Delivery Networks

Die Webanwendung wird einmalig auf einen Google Server hochgeladen. Anschließend wird automatisiert eine gecachte Version der Anwendung auf dutzende Server im Content Delivery Network verteilt. Ruft ein Client die Anwendung auf, erhält er die gewünschten Daten vom nächstgelegenen Server im Netzwerk.

3.4 Orgware

3.4.1 Administration

Administratoren müssen über folgende Fähigkeiten verfügen:

- Datenschutzrechtliche Grundkenntnisse
- Grundlegendes Verständnis einer nicht relationalen Datenbank.
- Es sollte ständige Verfügbarkeit angestrebt werden
- Abwicklung von Korrespondenz per Email
- Routinierter Umgang mit Browsern/Internet

3.4.2 Anwendungsbenutzer

Benutzer der Anwendung müssen über folgende Fähigkeiten verfügen:

- Befähigung im Internet zu surfen und sich auf Webseiten anzumelden.

4 Produktfunktionen

4.1 Frontend-Funktionen

4.1.1 Authentifizierung

Anwender können auf das Frontend der Webanwendung nur mit vorheriger Authentifizierung zugreifen.

/F010/ Registrierung

Nutzer sollen sich mit Email und Passwort registrieren können. Die AGBs müssen akzeptiert werden.

/F020/ Registrierung bestätigen

Nutzer erhalten nach der Registrierung eine E-Mail zur Bestätigung ihrer Anmeldung. Erst nach Klick auf einen Link in der Mail ist ihr Account freigeschaltet.

/F030/ Anmeldung

Registrierte Nutzer sollen sich mit Email und Passwort anmelden können.

/F040/ Passwort Vergessen Funktion

Nutzer sollen ihr Passwort zurücksetzen können. In einer E-Mail bekommen sie nach einer entsprechenden Anfrage einen Link zum Zurücksetzen ihres Passwortes zugeschickt.

4.1.2 Dashboard

Nach erfolgreicher Anmeldung wird ein Dashboard mit einer grafischen Darstellung des Lernfortschritts dargestellt.

\F050\ Anzeige des Lernfortschritts

Ein Benutzer kann seinen aktuellen Lernfortschritt anhand eines farblich markierten Balkens und einer Prozentangabe ablesen.

\F060\ Anzeige von Hinweisen und Informationen

Das Dashboard enthält nützliche Hinweise und Informationen über die Anwendung.

4.1.3 Lernmodus

Im Lernmodus können Nutzer Multiple Choice-Fragen beantworten.

\F100\ Neuer Lerndurchgang

Ein Lernsystem in Form einer digitalen Lernkartei stellt automatisch eine Auswahl an Fragen für einen Lerndurchgang zusammen. Das Lernsystem ist nach dem Leitner-Prinzip aufgebaut.

Bei einer korrekten Antwort wandert die Frage ins nächst höhere Fach der Lernkartei. Bei einer falschen Antwort wandert die Frage immer ins erste Fach der Lernkartei zurück. Das Lernsystem speichert für jeden Nutzer alle Veränderungen in der Lernkartei.

\F110\ Anzeige von Fragen

Für jede Frage werden vier Antwortmöglichkeiten dargestellt. Nutzer können eine Antwort auswählen. Fragen können auch Abbildungen enthalten.

\F120\ Beantwortung von Fragen

Nachdem eine Antwort ausgewählt wurde, kann die Antwort auf Knopfdruck validiert werden. Der Nutzer erhält nach der Validierung eine visuelle Bestätigung, ob die Antwort korrekt war. Falsche Antworten sollen rot und die richtige Antwort grün markiert werden.

\F130\ Probeprüfungen

Probeprüfungen sind zu jeder Zeit durchführbar. Eine Probeprüfung muss eine zufällige zusammengestellte, jedoch den Anforderungen der Prüfungsordnung entsprechende Auswahl an Fragen enthalten.

\F140\ Abschluss der Prüfungsvorbereitung

Wenn der Lernfortschritt der Lernkartei bei 100% liegt müssen der Anzahl der gewählten Lernfächer entsprechend viele Probeprüfungen absolviert werden, um die Prüfungsvorbereitung erfolgreich abzuschließen. Ist dies der Fall wird dem Nutzer eine Benachrichtigung angezeigt.

4.2 Prüfungsmodus

Im Prüfungsmodus sollen berechnete Schüler in einer der Prüfungsordnung gerecht werdenden Form theoretische Prüfung durchführen können.

\F200\ Begrüßungsbildschirm

Ein Begrüßungsbildschirm wird angezeigt, bis die Prüfung durch den Prüfer gestartet wird. Der Begrüßungsbildschirm enthält die Namen der Prüfung und des Prüfers sowie das Datum der Prüfung.

\F210\ Anzeige einer Übersicht

Eine Übersichtsfunktion ermöglicht es den Schülern, zwischen den Fragen zu wechseln. Unbeantwortete Fragen werden in der Übersichtsfunktion visuell hervorgehoben.

\F220\ Anzeige der verbleibenden Zeit

Ein Countdown zeigt die verbleibende Zeit der Prüfung an.

\F230\ Anzeige von Fragen

Für jede Frage werden vier Antwortmöglichkeiten dargestellt. Nutzer können eine Antwort auswählen. Fragen können auch Abbildungen enthalten.

\F240\ Beantwortung von Fragen

Nachdem eine Antwort ausgewählt wurde, wird diese nicht validiert.

\F250\ Prüfung beenden

Die Prüfung eines Schülers wird beendet, sobald die Prüfungszeit abgelaufen ist oder sie per Klick auf einen Button beendet wird. Beim Klick auf den Button „Prüfung beenden“, wird der Nutzer gefragt ob er sich wirklich sicher ist.

4.2.1 Einstellungen

Eine Seite mit Einstellungen ermöglicht benutzerspezifische Anpassungen.

\LF300\ Lernsystem-Einstellungen

Benutzer können die Fragen pro Durchgang und die Anzahl der Fächer in der Lernkartei variabel einstellen. Die Standardeinstellungen sollten so gewählt sein, dass sich eine Dauer von etwa 30 Minuten für einen Lerndurchgang ergibt.

\LF310\ Benutzer-Account-Einstellungen

Benutzer sollen ihren Account in den Einstellungen verwalten können. Sie können ihre E-Mail-Adresse ändern und ihren Account mit allen zugehörigen Daten unwiderruflich löschen. Vor dem Ändern von Benutzereinstellungen werden die Nutzer gefragt, ob sie wirklich sicher sind.

4.2.2 Backend-Funktionen

Ein Backend zum Verwalten des Fragenkatalogs sowie der Benutzerberechtigungen und Prüfungen soll zur Verfügung stehen. Anwender können auf das Backend der Webanwendung nur mit vorheriger Authentifizierung zugreifen.

/F500/ Registrierung

Nutzer können sich nur registrieren, nachdem sie eine entsprechende E-Mail mit einem Link erhalten haben.

/F510/ Anmeldung

Registrierte Nutzer des Backends sollen sich mit Email und Passwort anmelden können.

\F520\ Benutzerverwaltung

Ein Adminzugang ermöglicht es, Prüfer- und Autorenrechte für andere Personen zu vergeben. Diese Personen erhalten eine E-Mail mit der Aufforderung zur Registrierung.

\F530\ Bearbeitung von Fragen

Autoren können Fragen und Kapitel erstellen, einsehen, bearbeiten und löschen. Fragen können einem Kapitel zugeordnet werden und Kapitel können einer Ausbildung zugeordnet werden. Fragen können eine Abbildung enthalten. Wurde eine Frage geändert, wird dies gespeichert und in einem Veränderungsverlauf dargestellt.

\F540\ Erstellen und Bearbeiten von Prüfungen

Vom DHV bestätigte Prüfer können Prüfungen erstellen und Benutzer zu einer Prüfung hinzufügen.

\F550\ Starten von Prüfungen

Prüfer können im Backend Prüfungen freigeben. Erst nach Freigabe können die Schüler mit der Prüfung beginnen.

\F560\ Beenden von Prüfungen

Prüfungen werden automatisch beendet, sobald die Zeit abgelaufen ist oder alle Prüfungsteilnehmer die Prüfung manuell beendet haben.

\F570\ Korrektur von Prüfungen

Beendete Prüfungen werden automatisch korrigiert, so dass der Prüfer die Prüfungsergebnisse aller Teilnehmer direkt nach Beendung der Prüfung einsehen kann.

5 Produktdaten

Sämtliche Daten der Anwendung werden in der Firebase Realtime Database gespeichert.

\D010\ Benutzerdaten

Alle Daten zu einem Benutzer

- BenutzerID (eindeutig)
- E-Mail bestätigt (ja/nein)
- Benutzerrolle (Auswahl – Schüler, Prüfer, Autor, Admin, Superadmin)*
- Fragen pro Durchgang (Zahl – maximal 100 Zeichen)
- Anzahl Lernfächer (Zahl – maximal 1 Zeichen)
- Vorname (Text – maximal 50 Zeichen) *
- Nachname (Text – maximal 50 Zeichen) *
- E-Mail Adresse (Text – maximal 80 Zeichen) *
- Straße (Text – maximal 50 Zeichen)
- Hausnummer (Text – maximal 10 Zeichen)
- Postleitzahl (Zahl – maximal 5 Zeichen)
- Ort (Text – maximal 50 Zeichen)

Die mit einem (*) gekennzeichneten Eigenschaften sind Pflichtfelder.

\D020\ Fragendaten

Alle Daten zu einer Frage

- FragenID (eindeutig)
- Erstellt am (Zeitstempel)*
- Erstellt von (Zahl – maximal 50 Zeichen)*
- Kapitel*
- Ausbildung*
- Frage (Text – maximal 1000 Zeichen)*
- Antwort A (Text – maximal 1000 Zeichen)*
- Antwort B (Text – maximal 1000 Zeichen)*
- Antwort C (Text – maximal 1000 Zeichen)*
- Antwort D (Text – maximal 1000 Zeichen)*
- Korrekte Antwort (Text – maximal 1 Zeichen)*
- Bild URL (Text – maximal 100 Zeichen)

Die mit einem (*) gekennzeichneten Eigenschaften sind Pflichtfelder.

\D030\ Fragendaten Verlauf

Alle Daten zum Bearbeitungsverlauf einer Frage

- FragenID (eindeutig)
- Erstellt am (Zeitstempel)*
- Erstellt von (Zahl – maximal 50 Zeichen)
- Frage (Text – maximal 1000 Zeichen)
- Antwort A (Text – maximal 1000 Zeichen)
- Antwort B (Text – maximal 1000 Zeichen)
- Antwort C (Text – maximal 1000 Zeichen)
- Antwort D (Text – maximal 1000 Zeichen)
- Korrekte Antwort (Text – maximal 1 Zeichen)
- Bild URL (Text – maximal 100 Zeichen)

Die mit einem (*) gekennzeichneten Eigenschaften sind Pflichtfelder.

\D040\ Lernfortschritt

- BenutzerID (eindeutig)*
- FragenID (Zahl – maximal 50 Zeichen)*
- Fach Nummer (Zahl – maximal 50 Zeichen)*

Die mit einem (*) gekennzeichneten Eigenschaften sind Pflichtfelder.

6 Produktleistungen

/L010/ Performance

Die Ausführung von Benutzeraktionen soll in angemessener Zeit durchgeführt werden. Im Lern- und Prüfungsmodus sollen alle eingegebenen Daten automatisch bei Eingabe gespeichert werden

/L020/ Zuverlässigkeit

Die Anwendung soll zu jeder Zeit zuverlässig betrieben werden können. Eine Verfügbarkeit von 100 Prozent soll angestrebt werden.

/L030/ Datenumfang

Das theoretisch maximal zu erwartende Nutzeraufkommen liegt bei etwa 3000 aktiven Benutzern. Der Umfang der zu erstellenden Datensätze des Fragenkatalogs liegt bei etwa 1000.

/L040/ Offline Funktionalität

Das Produkt soll auf mobilen Endgeräten auch ohne Internetverbindung nutzbar sein. Eingaben sollen gespeichert werden und bei der nächsten bestehenden Internetverbindung mit dem Server synchronisiert werden.

/L060/ Verschlüsselte Datenübertragung

Die Datenübertragung zwischen Client und Server soll verschlüsselt erfolgen.

7 Benutzungsoberfläche

7.1 Struktur Backend

- Die Benutzeroberfläche ist an Webseitenstandards angepasst.
- Das System wird auf einer menüorientierten Bedienung aufbauen.
- Mausbedienung wird vorausgesetzt.
- Der Zugriff auf die Administrationsoberfläche setzt Berechtigungen voraus

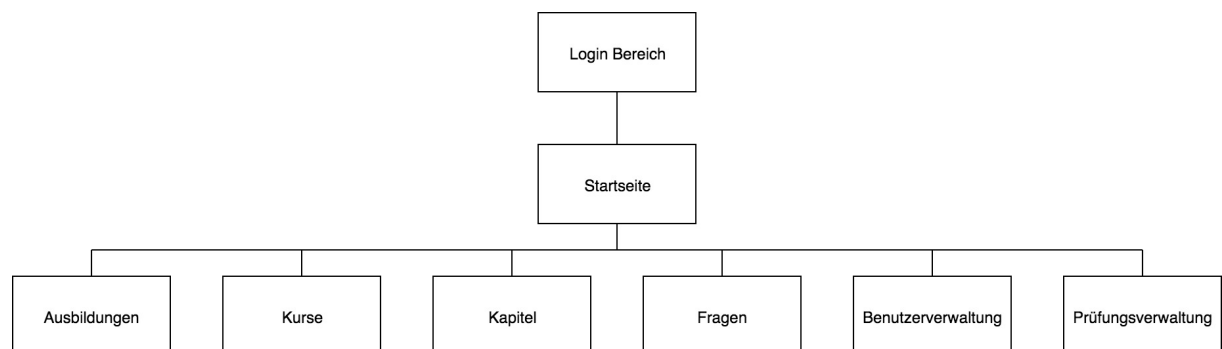


Abbildung 2: Struktur des Backend

- Login Bereich
 - /F510/ Anmeldung
- Startseite
 - Die Startseite zeigt Links zu den einzelnen Unterbereichen des Backend an
- Ausbildungen
 - \F530\ Bearbeitung von Fragen
- Kurse
 - \F530\ Bearbeitung von Fragen
- Kapitel
 - \F530\ Bearbeitung von Fragen
- Fragen
 - \F530\ Bearbeitung von Fragen
- Benutzerverwaltung
 - \F520\ Benutzerverwaltung
- Prüfungsverwaltung
 - \F540\ Erstellen und Bearbeiten von Prüfungen
 - \F550\ Starten von Prüfungen
 - \F560\ Beenden von Prüfungen
 - \F570\ Korrektur von Prüfungen

7.2 Struktur Frontend

- Die Benutzeroberfläche ist an Webseitenstandards angepasst.
- Das System wird auf einer menüorientierten Bedienung aufbauen.
- Mausbedienung oder Touch-Bedienung wird vorausgesetzt.
- Der Zugriff auf die Anwendung setzt Berechtigungen voraus

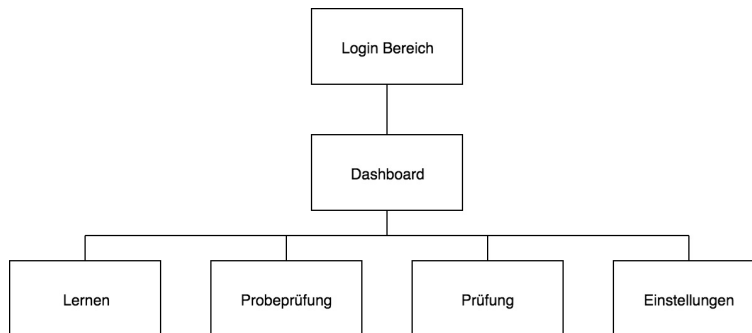


Abbildung 3: Struktur der Anwendung

- Login Bereich
 - /F010/ Registrierung
 - /F020/ Registrierung bestätigen
 - /F030/ Anmeldung
 - /F040/ Funktion „Passwort Vergessen“

- Dashboard
 - \F050\ Anzeige des Lernfortschritts
 - \F060\ Anzeige von Hinweisen und Informationen
- Lernen
 - \F100\ Neuer Lerndurchgang
 - \F110\ Anzeige von Fragen
 - \F120\ Beantwortung von Fragen
 - \F140\ Abschluss der Prüfungsvorbereitung
- Probeprüfung
 - \F130\ Probeprüfungen
 - \F210\ Anzeige einer Übersicht
 - \F220\ Anzeige der verbleibenden Zeit
 - \F230\ Anzeige von Fragen
 - \F240\ Beantwortung von Fragen
 - \F250\ Prüfung beenden
- Prüfung
 - \F210\ Anzeige einer Übersicht
 - \F220\ Anzeige der verbleibenden Zeit
 - \F230\ Anzeige von Fragen
 - \F240\ Beantwortung von Fragen
 - \F250\ Prüfung beenden

8 Qualitäts-Zielbestimmung

Produktqualität	sehr wichtig	wichtig	weniger wichtig	unwichtig
Funktionalität		x		
Zuverlässigkeit	x			
Benutzerfreundlichkeit		x		
Effizienz	x			
Portierbarkeit			x	
Kompatibilität		x		
Erweiterbarkeit	x			
Übersichtlichkeit		x		

9 Globale Testszenarien / Testfälle

Grundsätzlich sind alle Funktionalitäten, die unter Kapitel 6 aufgeführt sind, zu testen.

10 Entwicklungsumgebung

Gleicht der Produktumgebung unter 3. Im Folgenden werden nur einige Erweiterungen aufgelistet.

10.1 Software

- Die Versionsverwaltung auf GIT-Basis erfolgt auf einem Bitbucket-repository
- Clientseitige Funktionen werden auf den Rechnern der Entwickler getestet
- Die Entwicklung erfolgt in einem HTML-Editor.

10.2 Hardware

- Es wird ausschließlich die Cloubasierte Plattform Firebase als Test- und Entwicklungsmaschine für serverseitige Implementierungen genutzt.
- Die Bereitstellung und Sicherstellung der Verfügbarkeit des Servers obliegt dem Cloud-Anbieter.
- Clientseitige Applikationen werden auf den Rechnern der Entwickler entwickelt und getestet.

10.3 Orgware

- Gruppen-Kommunikation geschieht hauptsächlich per Email und Besprechungen vor Ort.
- Die Entwickler geben regelmäßig Information über den Entwicklungsprozess an die Auftraggeber weiter.

11 Anhang

11.1 Ergänzungen

- Ergänzungen werden im Verlauf der Entwicklung mit dem Auftraggeber besprochen und bei Zustimmung mit in das Pflichtenheft aufgenommen
- Der Auftraggeber erhält bei Ergänzungen eine aktualisierte Kopie des Pflichtenheftes

11.2 Annahmen

- Die Webanwendung soll im Dezember 2018 zu Verfügung stehen.
- Der Auftraggeber hat unbeschränkten Zugriff auf sämtliche Funktionen.

Persona



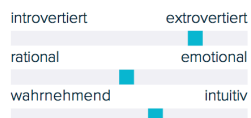
Holger Behrens - Flugschüler



"Familie ist das Wichtigste auf der Welt"

Alter: 53
Beruf: Zahnarzt
Familienstand: verheiratet
Wohnort: Bitburg
Sinus-Milieu: Bürgerliche Mitte

Persönlichkeit



Ziele

- Passagierschein machen, um mit Familie und Freunden fliegen zu können
- mehr Zeit zum Fliegen haben

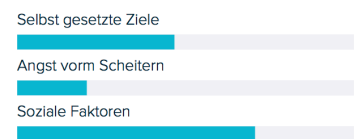
Frustrationen

- Familie und Beruf lassen ihm wenig Zeit für die Fliegerei
- Seine Frau teilt sein Hobby nicht, findet es gefährlich
- Kann sich nach Feierabend nur schwer motivieren zu Lernen
- Hat seine Prüfung für den Passagierschein schon zweimal verschoben

Bio

Holger ist ein harmonischer und geselliger Mensch. Zum Fliegen brachte ihn ein Freund aus Studienzeiten. Holger hat zwei Kinder im Alter von 17 und 19 Jahren. Da seine Kinder mehr und mehr ihr eigenes Leben leben, möchte sich Holger wieder mehr er Fliegerei widmen. Mithilfe des Passagierscheins möchte er seiner Frau von seinem Hobby überzeugen und seinen Kindern wieder näher kommen.

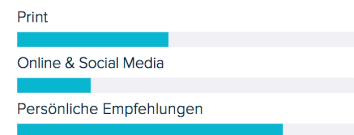
Motivation



Digitale Plattformen



Werbekanäle



Linda Zimmermann - Flugschüler



"Lebe jeden Tag als wäre es dein letzter"

Alter: 28
Beruf: Social Media Manager
Familienstand: ledig
Wohnort: München
Sinus-Milieu: Performer

Persönlichkeit



Ziele

- Grundausbildung bestehen
-

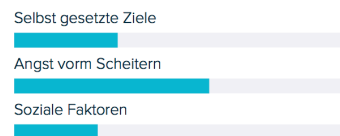
Frustrationen

- Verliert schnell die Motivation für ein Hobby
- Papierbögen passen nicht zu ihrem digitalen Lebensstil
- Fährt täglich 50 Minuten U-Bahn und kann diese Zeit nicht zum Lernen nutzen

Bio

Linda ist eine sehr extrovertierte Frau, die mit 28 Jahren bereits zur Teamleiterin ihrer Abteilung aufgestiegen ist. Zum 18. Geburtstag bekam sie einen Gutschein für einen Tandemflug, seitdem lässt sie der Gedanke nicht mehr los alleine fliegen zu können. Linda hat stets einen vollen Terminkalender und ist für fast alle sportlichen- und Outdooraktivitäten zu haben.

Motivation



Digitale Plattformen



Werbekanäle



Rüdiger Nelsen - Fluglehrer



*"Nicht für die Schule, sondern für
das Leben lernen wir"*

Alter: 40
Beruf: Autohändler
Familienstand: geschieden
Wohnort: Großraum Frankfurt
Sinus-Milieu: Bürgerliche Mitte

Persönlichkeit



Ziele

- Schüler sollen sichere Piloten werden
- Weniger Zeit für Verwaltungsaufgaben aufwenden

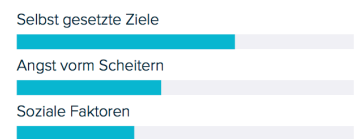
Frustrationen

- benötigt viel Zeit zu Vorbereitung und Korrektur der Prüfungen

Bio

Rüdiger ist ein leistungs- und anpassungsbereiter Mensch. Fliegen ist seit vielen Jahren seine Leidenschaft. Seit 10 Jahren ist Rüdiger für den DHV als Fluglehrer tätig.

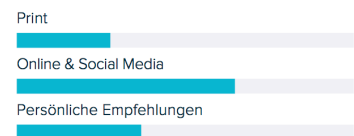
Motivation



Digitale Plattformen



Werbekanäle



Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und dabei keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Sämtliche Stellen der Arbeit, die im Wortlaut oder dem Sinn nach Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher weder gesamt noch in Teilen einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Freiburg, den 26. April 2018